



Handbuch der mechanischen Technologie.

Von

Karl Karmarsch,

Dr. ph., Direktor der polytechnischen Schule zu Hannover,

Geheimer Regierungs-Rath, Ritter des k. preußischen Rothen-Adler-Ordens 2. Klasse, Comthur des k. k. österreich. Franz-Joseph-Ordens, Comthur 2. Klasse des k. württembergischen Friedrichs-Ordens, Ritter des Guelphen-Ordens, des k. bayer. St. Michaels-Ordens, k. sächs. Verdienstordens, der französischen Ehrenlegion und des k. norweg. St. Olaf-Ordens; Mitgliede der kaiserl. Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; auswärtigem Mitgliede der k. schwedischen Akademie der Wissenschaften; Verdienstmitgliede des Vereins zur Ermunterung des Gewerbsgeistes in Böhmen; Ehrenmitgliede der k. Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle, des nieder-österreich. Gewerbvereins, des polytechnischen Vereins für das Königr. Bayern, des Großherzogl. hessischen Gewerbvereins, des Gewerbvereins für Nassau, der frankfurtischen Gesellschaft zur [illegible]rderung der nützlichen Künste, der hamburgischen Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe, des [illegible] Gewerbvereins, des freien Deutschen Hochstifts für Wissenschaften 2c., des sächsischen Ingenieur-Vereins, des [illegible] Vereins zu Würzburg, des Apothekervereins im nördl. Deutschland, der naturforschenden Gesellschaft zu Emd[illegible] technischen Gesellschaft zu Leipzig, der Gewerbvereine zu Dresden und Bamberg; korrespondirendem Ehrenmitgliede der [illegible] of Arts zu London; Korrespondenten der k. k. geologischen Reichsanstalt und des k. k. Museums für Kunst und Industrie zu Wien 2c. 2c.

Fünfte Auflage.

Herausgegeben

von

Ernst Hartig,

Dr. phil., Professor der mechanischen Technologie am K. S. Polytechnikum zu Dresden,

ordentliches Mitglied der technischen Deputation im K. Sächs. Ministerium des Innern, außerordentliches Mitglied für landwirthschaftliche Mechanik im Landesculturrath für das Königreich Sachsen, Inhaber des Ritterkreuzes des k. k. österreichischen Franz-Joseph-Ordens, Korrespondent der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien.

Erster Band.

Hannover.

Helwing'sche Hof-Buchhandlung (Th. Mierzinsky).

1875.

Druck von Ph. C. Göhmann in Hannover.

Vorrede.

Bei Uebernahme der Neubearbeitung des vorliegenden Handbuches, welche auf besonderen Wunsch des hochverdienten Verfassers, Herrn Geheimen Regierungsrath Director Karmarsch, erfolgte, war dem Unterzeichneten die Wahrnehmung bestimmend, daß der technologische Bildungsgang der jetzt lebenden Ingenieure und Constructeure Deutschlands durch hundert Fäden mit diesem Buche verknüpft ist und daß unsere polytechnischen Schulen ein so bewährtes Hülfsmittel beim Studium der mechanischen Technologie auch in Zukunft schlechterdings nicht entbehren können. Es leistet in der sprachlichen Darstellung technischer Objecte das anerkannt Höchste und vereinigt in unübertroffener Klarheit und in concentrirtester Form einen großen und überwiegend wichtigen Theil des mechanisch-technologischen Wissens. Durch seine zahlreichen und sorgfältig ausgewählten literarischen Nachweisungen orientirt es zugleich den Leser in der gesammten übrigen technologischen Literatur.

In der Anordnung des Stoffes hat der Unterzeichnete nur soviel geändert, als ihm in Rücksicht auf die gegenseitige Verwandtschaft der Werkzeuge und Maschinen unbedingt erforderlich schien; dagegen ist er sorgfältigst bemüht gewesen, durch Einfügung aller wichtigeren dem letzten Jahrzehnt angehörigen Erfindungen in der Bearbeitung der Metalle und des Holzes, der Erzeugung der Gespinnste und Gewebe das Buch ganz auf die Höhe des Augenblickes zu heben; bei Vermehrung der literarischen Nachweise suchte er sich auf die von notorisch guten Zeichnungen begleiteten Abhandlungen und auf die am meisten verbreiteten Zeitschriften zu beschränken. Auf Grund weitreichender Vollmachten des Herrn Verfassers ist es vor Allem angestrebt worden, diejenigen Vorzüge, welche

am meisten den dauernden Werth des Buches begründen (zutreffende und genaue Darstellung der technologischen Prozesse, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit der mitgetheilten Abmessungen, Gewichts- und Arbeitswerthe) zu wahren und wo irgend möglich zu steigern.

Um die vorliegende Auflage möglichst fehlerfrei herzustellen, sind die Druckbogen (nach üblicher Correctur in der Druckerei) zweimal von dem Unterzeichneten und je einmal von dessen Assistent Herrn Hugo Fischer, sowie von den Studirenden der mechanischen Abtheilung des hiesigen Polytechnikum, den Herren Lüdicke und Pohle, gelesen worden. Herr Geheimer Regierungsrath Karmarsch hat sich sodann der dankenswerthen Mühe unterzogen, die Aushängebogen einer genauen Durchsicht zu unterwerfen; die hierbei gefundenen Fehler und Berichtigungen sind am Schlusse beigefügt worden.

Dresden, im September 1874.

Dr. E. Hartig.

Verzeichniß

derjenigen Werke, welche mit abgekürztem Titel in den literarischen Nachweisungen angeführt sind:

Armengaud. — Publication industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés et les plus récents employés dans les diverses branches de l'industrie française et étrangère. Par Armengaud aîné. Paris, Vol. I—XVI. 1840—1872.

Atlas. — Atlas für mechanische Technologie. Auf Grundlage und als Ergänzung von K. Karmarsch Handbuch der Mechanischen Technologie, bearbeitet von J. H. Kronauer. Abtheilung I: Spinnerei und Weberei, 72 Tafeln; Abtheilung II: Papierfabrikation, 8 Tafeln; Abtheilung III: Metallverarbeitung, 47 Tafeln; Abtheilung IV: Holzverarbeitung, 19 Tafeln. Hannover 1863.

Berliner Gewerbeblatt. — Berliner Gewerbe-, Industrie- und Handels-Blatt. 1. bis 33. Band. Berlin 1841—1849.

Berliner Verhandlungen. — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen. Berlin, 1.—44. Jahrg., 1822—1872.

Borgnis. — Traité complet de Mécanique appliquée aux arts. Par J. A. Borgnis. 8 Vol. Paris 1818—1820. I. Composition des machines. II. Mouvement des fardeaux. III. Machines employées dans les constructions diverses. IV. Machines hydrauliques. V. Machines d'agriculture. VI. Machines employées dans diverses fabrications. VII. Machines qui servent à confectionner les étoffes. VIII. Machines imitatives et théâtrales.

Brevets. — Description des machines et procédés spécifiés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée. Paris, Tom. 1—93, 1811—1863.

Brevets 1844. — Description des machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844. Paris, Tome 1—66, 1850—1869.

Bulletin d'Encouragement. — Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Paris. 1—63. Année, 1802—65.

Bulletin de Mulhausen. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen. Tomes 1—35. Mulhausen 1828—72.

Christian, Mécanique. — Traité de Mécanique industrielle, par Christian. 3 Tomes. Paris 1822—1825.

Deutsche Gewerbezeitung. — S. Gewerbeblatt für Sachsen.

Deutsche Ind.-Ztg. — Deutsche Industrie-Zeitung. Organ der Handels- und Gewerbekammern zu Chemnitz, Dresden, Plauen und Zittau. Chemnitz, 1865—1873.

Dumas. — Handbuch der angewandten Chemie, von J. Dumas. Aus dem Französischen von G. Alex und F. Engelhart. Nürnberg, 8 Bände, 1830—1849.

Geißler's Drechsler. — Der Drechsler, oder praktischer Lehrbegriff der gemeinen und höhern Drehkunst, von J. G. Geißler, 3 Theile (der dritte in 3 Abtheilungen). Leipzig 1795—1801.

Geißler's Uhrmacher. — Der Uhrmacher, oder Lehrbegriff der Uhrmacherkunst, von J. G. Geißler. 10 Theile. Leipzig 1793—1799.

Génie ind. — Le Génie industriel, par Armengaud frères. Paris, Tome 1—30, 1851—1865.

Gewerbeblatt für Sachsen. — Gewerbeblatt für Sachsen. 1.—9. Jahrg. Chemnitz 1834—1844. Fortsetzung unter dem Titel: Deutsche Gewerbezeitung, Leipzig und Chemnitz; Leipzig; Berlin. Jahrg. 1845—1865.

Holtzapffel. — Turning and mechanical Manipulation. By Charles Holtzapffel. Vol. I, II, III. London 1843, 1846, 1850.
Hütte. — Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Berlin, Jahrgänge 1855—1872.
Jahrbücher. — Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien. Herausgegeben von J. J. Prechtl. 20 Bände, Wien, 1819—1839.
Industriel. — L'Industriel. Par Christian. Paris. 8 Vol. 1826—1830.
Jobard, Bulletin. — Bulletin du Musée de l'Industrie, publié par J. B. A. M. Jobard. Bruxelles. Tomes 1—48, 1842—1865.
Karmarsch, Mechanik. — Einleitung in die mechanischen Lehren der Technologie, in zwei Bänden. Erster Band, auch unter dem Titel: Die Mechanik in ihrer Anwendung auf Gewerbe. Von K. Karmarsch. Wien 1825.
Karsten's Metallurgie. — System der Metallurgie, geschichtlich, statistisch, theoretisch und technisch. Von Dr. C. J. B. Karsten. 5 Bände. Berlin 1831—1832.
Karsten's Eisenhüttenkunde. — Handbuch der Eisenhüttenkunde. Von Dr. C. J. B. Karsten. Dritte Auflage. 5 Bände. Berlin 1841.
Kronauer, Maschinen. — Zeichnungen der ausgeführten, in verschiedenen Zweigen der Industrie angewandten Maschinen, Werkzeuge und Apparate. Von J. H. Kronauer. 1.—4. Band. Zürich 1845, 1846, 1854—57, 1864.
Kronauer, Zeitschrift. — Technische Zeitschrift, herausgegeben von J. H. Kronauer. Winterthur. 1. und 2. Band, 1848, 1849.
Kunst- und Gewerbeblatt. — Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, München. 1.—51. Jahrgang, 1815—1865.
Le Blanc, Recueil. — Recueil des Machines, Instruments et Appareils qui servent à l'économie rurale et industrielle. Par Le Blanc. Paris. I.—V. Partie.
Mittheilungen. — Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. 1.—69. Lieferung. Hannover 1834—1852. Neue Folge. Jahrgänge 1853—1872.
Polyt. Centr. — Polytechnisches Centralblatt. (Herausgegeben von J. A. Hülsse u. A.). Leipzig, 1.—8. Jahrgang, 1835—1842, jeder in zwei Bänden. — Neue Folge. Bd. 1—8, 1843—1846. Fernere Jahrgänge 1847—1873.
Polyt. Journ. — Polytechnisches Journal. Herausgegeben von Dingler. Stuttgart. 1.—18. Band, 1820—1825; 19.—186. Band, 1826—1873.
Polyt. Mittheilungen. — Polytechnische Mittheilungen. Herausgegeben von W. L. Volz und K. Karmarsch. 3 Bände, Tübingen 1844—1846.
Portefeuille Cockerill. — Portefeuille de John Cockerill. Description de machines ..... construits dans les établissements Cockerill depuis leur fondation jusqu'à ce jour. Vol. I et II. Liège 1855—64.
Portefeuille industriel. — Portefeuille industriel du Conservatoire des arts et métiers; par Pouillet et Le Blanc. Tomes 1, 2. Paris 1834, 1836.
Schweiz. Z. — Schweizerische polytechnische Zeitschrift. 1.—15. Band. Winterthur 1856—1870.
Technolog. Encyklopädie. — Technologische Encyklopädie oder alphabetisches Handbuch der Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens. Herausgegeben von J. J. Prechtl. Stuttgart und Wien. 20 Bände, 1830—1855. Bd. 21—25 (Supplemente Bd. 1—5), herausgegeben von K. Karmarsch, 1857—1869.
Werkzeugsammlung. — Beschreibung der Werkzeugsammlung des k. k. polytechnischen Instituts. Von G. Altmütter. Wien 1825. Dritter Abdruck 1847.
Wiebe, Skizzenb. — Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Heft 1—38. Berlin 1858—1872.
Zeitschr. d. Ing. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Jahrgang 1—17. 1857—1873.

Inhalts-Verzeichniß.

Drittes Kapitel.

Viertes Kapitel.

Fünftes Kapitel.

Sechstes Kapitel.

Zweiter Abschnitt.

Verarbeitung des Holzes.

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

Drittes Kapitel.

Viertes Kapitel.

Fünftes Kapitel.

Sechstes Kapitel.

Einleitung.

Die **Technologie** (**Technologie**, *Technology*) hat zum Gegenstande die systematische Beschreibung und Erklärung derjenigen Verfahrungsarten und Hülfsmittel, welche bei der Verarbeitung roher Naturproducte zu Gegenständen des menschlichen Gebrauchs unmittelbare Anwendung finden.

Durch die Verarbeitung der Naturprodukte oder durch die fernere Veredlung schon verarbeiteter Gegenstände (Fabrikate) wird entweder bloß deren Form oder es wird deren Materie (Substanz) verändert. Nach dieser Rücksicht zerfallen die sämmtlichen Bearbeitungsmethoden in mechanische und chemische, wodurch auch zwei Hauptabtheilungen der Technologie entstehen. Die mechanische Technologie behandelt jene Bearbeitungsweisen, durch welche das Material ausschließlich eine Veränderung seiner Form erleidet, der Substanz nach aber das Nämliche bleibt, was es vorher war (Beispiele: das Gießen, die Umwandlung der Metalle in Draht und Blech rc.; das Spinnen und Weben des Flachses, der Wolle u. s. f.). Die chemische Technologie findet ihren Gegenstand in denjenigen Arbeitsprozessen, welche das Material einer wesentlichen Veränderung seiner Substanz unterwerfen (Beispiele: die Bereitung des Bleiweißes aus Blei, des Grünspans aus Kupfer, des Branntweins aus Korn, der Kohle aus Holz rc.). Oefters ist die Bearbeitung eines Materials theils chemisch, theils mechanisch (wie das Schmelzen des Sandes mit Pottasche, Soda, Kalk rc., und die dann folgende Umwandlung der Glasmasse in Gefäße oder Platten, in der Glasfabrikation). Solche Gewerbe gehören in der einen Beziehung der chemischen, in der andern aber der mechanischen Technologie an.

Sofern die bei der mechanischen Bearbeitung der Materialien angewendeten Hülfsmittel nicht allein Werkzeuge, sondern auch Maschinen sind, welche zu besonderer wissenschaftlicher Bearbeitung reichlichen Stoff liefern, haben sich allmälig die verschiedenen Maschinenwissenschaften (allgemeine oder beschreibende Maschinenlehre, Maschinen-Theorie, Maschinenkonstruktions-Lehre und Maschinen-Getriebelehre) von der mechanischen Technologie abgelöst. Während dieselbe alle nur mittelbar zur Verarbeitung der Materialien dienenden Maschinen (so die Krafterzeugungs- und Transport-Maschinen) den Maschinenwissenschaften ganz überläßt, behandelt sie die unmittelbar formändernden Maschinen (Arbeits-Maschinen) nur von dem Gesichtspunkte der mit Rücksicht auf die Eigenschaften des Rohmaterials und des zu erzeugenden Fabrikats erreichbaren höchsten Zweckmäßigkeit selbständig. Untersuchungen über das Spiel und den Zusammenhang der auftretenden Kräfte, über die Natur der angewendeten Mechanismen u. dgl. überläßt sie auch bei diesen Maschinen den betreffenden Maschinenwissenschaften.

Die **mechanische Technologie**, welche allein den Gegenstand des vorliegenden Werkes ausmacht, erhält, je nach der für den Vortrag gewählten Methode, den Namen der allgemeinen oder der speziellen Technologie.

Die **spezielle Technologie** verfolgt der Reihe nach den Gang der Operationen, welche zur Hervorbringung eines gewissen Produktes dienen, und bildet dabei ihre Abschnitte entweder: a. nach den Urstoffen (Wollfabrikation, Seidenfabrikation, Holzarbeiten, Metallarbeiten rc.), oder b. nach den Produkten (Tuchfabrikation,

Garnspinnerei, Drahtzieherei, Blechfabrikation), oder endlich c. nach den in der Gesellschaft eingeführten Trennungen der Gewerbsbetriebe (Schmiedehandwerk, Schlosserhandwerk, Tischlerhandwerk, Drechslerhandwerk, Leinweberei, Drellweberei, Damastweberei u. s. f.).

Die Methoden a. und b. haben eine jede ihre Vorzüge, weil die Verfahrungsarten und Hülfsmittel der Gewerbe mehr oder minder Aehnlichkeit mit einander zeigen, je nachdem in einem Falle ähnliche Materialien zu verschiedenen Produkten verarbeitet, oder im andern Falle ähnliche Fabrikate aus verschiedenen Materialien erzeugt werden. So haben auf der einen Seite die mancherlei Metallverarbeitungen eben so viel mit einander gemein, als auf der andern Seite die Flachs-, Baumwoll- und Wollspinnerei, die Leinen-, Woll-, Baumwoll- und Seidenweberei. Die Methode c. fällt zwar hin und wieder mit den beiden vorigen zusammen, eignet sich aber übrigens am wenigsten zu einer rationellen Darstellung der Technologie, weil sie ganz außer Stande ist, unzählige Wiederholungen zu vermeiden, und sehr oft das in wissenschaftlicher Beziehung Zusammengehörige auseinanderreißt. In der That kommen z. B. die Arbeiten des Schmiedens, Bohrens, Feilens und die dazu dienlichen Werkzeuge eben so gut in der Werkstätte des Schmiedes, Schlossers u. s. w., als in der des Mechanikers und Gewehrfabrikanten &c. vor; und die verschiedenen Arten der Webstühle, welche in einer übersichtlichen Nebeneinanderstellung sich so leicht zusammenhängend erklären lassen, werden nach jener Methode in eben so viele Abschnitte zerstreut.

Die **allgemeine Technologie** (vergleichende Technologie) betrachtet die Mittel (d. h. die Verfahrungsarten, Werkzeuge und Maschinen an sich, und nicht sowohl in Beziehung zu ihrer Aufeinanderfolge bei einer bestimmten Fabrikation, als im Vergleiche mit andern Mitteln, welche den nämlichen oder einen ähnlichen Erfolg beabsichtigen. So werden z. B. alle Mittel zum Festhalten der Arbeitsstücke, zum Zertheilen, zum Durchbohren, zum Vereinigen &c. zusammengestellt, jedes einzelne wird nach dem Grade seiner Anwendbarkeit und Zweckmäßigkeit, seinen eigenthümlichen Vorzügen und Hindernissen gewürdigt.

Diese Behandlungsart des Gegenstandes gewährt ungemeines Interesse und einen sehr großen Nutzen, weil sie die beste Uebersicht verschafft, das Urtheil und den Erfindungsgeist schärft, und einen Vorrath von wohlgeordneten Kenntnissen hervorbringt, aus welchem leicht und schnell das rechte Mittel für einen gegebenen Zweck entnommen werden kann. Als letztes Ziel dieser eigentlich wissenschaftlichen Behandlungsart hat die Aufsuchung derjenigen Gesetze zu gelten, nach denen die schrittweise Entwickelung der Werkzeuge und Maschinen erfolgt ist. Es ist übrigens wohl zu begreifen, daß jene Darstellung, welche man allgemeine Technologie nennt, erst das Resultat einer Kenntniß zahlreicher Thatsachen sein kann, wie die spezielle Technologie sie darbietet; und daß daher letztere dem Studium der allgemeinen Technologie vorausgehen muß, wenn diese in ihrem strengen Systeme und in aller Vollständigkeit vorgetragen werden soll.

Gegenwärtiges Handbuch ist zwar zunächst der speziellen Technologie gewidmet; aber um die so wichtige Uebersichtlichkeit zu gewinnen, ist darin zum Theil eine Darstellungsart gewählt, welche sich jener der allgemeinen Technologie einigermaßen nähert.

Erster Abschnitt.
Verarbeitung der Metalle.

Die Verarbeitung der Metalle ist von höchst ausgedehnter Wichtigkeit an sich; und zugleich liefert sie größtentheils die Werkzeuge und anderen Geräthe für die übrigen Gewerbe: so daß es unerläßlich erscheint, mit ihr die Abhandlung des Gegenstandes zu eröffnen. Vor Allem ist nothwendig: Kenntniß des Stoffes; daher werden die Eigenschaften der Metalle zuerst erörtert, mit Hinzufügung des Wichtigsten über ihre Herkunft: erstes Kapitel. Sodann wird berücksichtigt die anfängliche Verarbeitung derselben, wodurch sie gleichsam die erste Stufe der Fabrikation ersteigen und Produkte liefern, welche meistentheils zu fernerer Ausbildung der Formen noch bearbeitet werden müssen: zweites Kapitel. Diese fortgesetzte Bearbeitung macht den Gegenstand des dritten Kapitels aus. Das vierte handelt von der Zusammenfügung oder Verbindung der bearbeiteten Theile zu einem Ganzen; das fünfte endlich von den zur Verschönerung, Verzierung und äußern Vollendung bestimmten Arbeiten. Hiermit ist die allgemeine Abhandlung der Metallverarbeitung geschlossen; und das sechste Kapitel beschäftigt sich mit der Beschreibung einzelner wichtiger und karakteristischer Fabrikationen, in so fern sie im Vorhergehenden nicht schon erledigt sind, und mit steter Beziehung auf jene vorausgegangene Darstellung. Dieses letzte Kapitel zeigt also die früher angegebenen Arbeits-Methoden, Werkzeuge und Maschinen in ihrer Anwendung auf die Hervorbringung einzelner Produkte, und erörtert zugleich Manches, was, zu einem ganz speziellen Zwecke dienend, in der allgemeinen Auseinandersetzung nicht aufgenommen werden konnte.

Erstes Kapitel.
Eigenschaften und Herkunft der Metalle. [1]

Folgende Metalle und Metallmischungen sind es hauptsächlich, welche in den mechanischen Gewerben verarbeitet werden: Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Messing und Tombak, Bronze, Argentan, Aluminium, Silber, Gold, Platin.

I. Eisen (fer, *iron*).

Dieses wichtigste von allen Metallen ist in drei Haupt-Zuständen bekannt und angewendet: als Roheisen, Schmiedeisen und Stahl.

A. Das **Roheisen** oder **Gußeisen** (fer fondu, fonte, fonte crue, *crude iron*, *pig iron*, *cast iron*), die kohlenstoffreichste der in der Technik verwendeten Eisensorten, ist

---

[1]) Th. Scheerer, Lehrbuch der Metallurgie. 2 Bde. Braunschweig 1846—53. — J. Percy, die Metallurgie, übertragen und bearbeitet von F. Knapp und H. Wedding. 2 Bde. Braunschweig 1863 fg. — C. Stölzel, die Metallurgie. 2 Bde. Braunschweig 1863 fg. — B. Kerl, Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde. 2. Aufl. 4 Bde. Leipzig 1861 fg. — Technologisches Skizzenbuch von C. H. Schmidt. Abth. I. Stuttgart 1864.

bei starker Weißglühhitze (durchschnittlich bei 1300° C.) schmelzbar, von verschiedenem Grade der Härte und immer spröde. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 6,635 und 7,889 als äußersten beobachteten Grenzen, beträgt aber gewöhnlich 7,0 bis 7,5. Seine absolute Festigkeit beträgt 5 bis 15kg pro 1 □mm Es kommt in vielen Abänderungen vor, welche in der Farbe, im Ansehen des Bruches, in dem Grade der Härte und Sprödigkeit von einander verschieden sind. Weit entfernt, durch scharfe Grenzen geschieden zu sein, gehen diese Abänderungen vielmehr dergestalt in einander über, daß die in der technischen Sprache für dieselben angenommenen Namen nur ein Mittel sind, die auffallendsten Abweichungen zu bezeichnen, auf welche die übrigen mehr oder weniger zurückgeführt werden können. Am wesentlichsten sind die Verschiedenheiten zwischen den zwei Hauptarten des Roheisens, welche man, nach der Farbe ihres Bruchs, graues und weißes nennt. Jede dieser zwei Arten zerfällt wieder in Unterabtheilungen. Das graue Roheisen ist im Allgemeinen von grauer Farbe, körnigem Bruche, von geringerer Härte und Sprödigkeit als das weiße, und wird im starken Rothglühen so weich, daß es mit einer rasch bewegten Holzsäge, ohne Beschädigung der letztern, geschnitten werden kann. Je dunkler seine Farbe, desto gröber und glänzender ist das Korn des Bruches, desto geringer die Härte und Sprödigkeit. Die dunkelste Sorte bildet das schwarze oder übergare, todtgare Roheisen (fonte noire, *kishy pig-iron*), welches grauschwarz, sehr grobkörnig, weich und mürb, wegen der letzteren Eigenschaften nicht zu Gußwaren anwendbar ist, und daher nie absichtlich erzeugt wird. Die helleren Sorten (graues, gemeines oder gares Roheisen, fonte grise, f. tendre, *grey metal*, *grey pig iron*, *foundry pig*) eignen sich sehr gut fast zu allen Anwendungen. Das weiße Roheisen (Hartfloß, fonte blanche, f. dure, *white cast-iron*, *white pig iron*, *forge-pig*) besitzt eine helle weiße Farbe, einen strahligen oder blätterigen, öfters ins Dichte übergehenden Bruch, eine große Härte (so, daß es meist von der Feile nicht angegriffen wird) und große Sprödigkeit. Es ist leichter schmelzbar, aber dickflüssiger, als das graue. Unter den Sorten desselben steht das grelle Eisen, dünngrelle Eisen oder Weißeisen (mit weißgrauer Farbe und etwas porösem Bruche ohne deutliches Gefüge), welches am häufigsten vorkommt, dem grauen Eisen am nächsten. Das luckige Roheisen (Weichfloß) ist bläulichweiß, feinzackig, sehr porös (löcherig); das blumige Roheisen, bläulichgrau, feinstrahlig oder strahlig-faserig im Bruche; das Spiegeleisen, fonte miroitante, *spiegeleisen*, *spigle-iron*, *speigle-iron* (Spiegelfloß, dickgrelles Eisen, Hartfloß im engern Sinne, auch — wegen seiner Verwendung zur Stahlbereitung — Rohstahleisen genannt) großblätterig, fast silberweiß und stark glänzend, auf den Flächen spiegelnd, im Schmelzen am dickflüssigsten. Zwischen dem Spiegeleisen und blumigen Eisen steht das so genannte weißgare Eisen in der Mitte.

Graues und weißes Eisen in einer Masse zusammengemengt, bilden das halbirte Roheisen (fonte truitée, *mottled iron*), welches, je nach der Art seiner Mengung, auf dem Bruche mit weißer und grauer Farbe gefleckt, seltener gestreift (streifiges Roheisen) erscheint.

Gußeisen (und nur dieses, nicht das Schmiedeisen) hat die merkwürdige Eigenschaft, nach vorausgegangener Erhitzung und dadurch bewirkter Ausdehnung beim Wiederabkühlen sich nicht völlig auf seinen ursprünglichen Rauminhalt zusammenzuziehen, sondern eine bleibende Vergrößerung zu zeigen (das sogenannte Quellen). Mit wiederholter Erhitzung und Abkühlung tritt jedes Mal eine neue Vergrößerung hinzu, und dies kann so weit gehen, daß endlich alle Dimensionen um 3 bis 4 Prozent (der Kubikinhalt um 9 bis 12 Prozent) größer sind als ursprünglich. Dieser Umstand erfordert in manchen Fällen der Praxis ernste Berücksichtigung: Bolzen zu Plätteisen müssen kleiner gegossen werden, um nach längerem Gebrauch noch in dem Plätteisen Platz zu haben; Roststäben in Feuerherden muß man auf ihren Unterlagen einen Spielraum von etwa 1/24 ihrer Länge lassen, damit sie sich frei verlängern können und nicht durch das Anstoßen genöthigt sind, sich zu krümmen. Eine nützliche Anwendung der Erscheinung ist bei Kanonenkugeln gemacht worden, welche — beim Guß zu klein ausgefallen — durch Glühen für die Geschütze passend werden, falls nicht der Größenfehler zu bedeutend war.

Eine andere bemerkenswerthe Eigenschaft des Gußeisens ist die vorübergehende Ausdehnung, welche dasselbe beim Erstarren erleidet; das Volumen des flüssigen Gußeisens vermindert sich zwar im Allgemeinen bei abnehmender Temperatur, es vergrößert sich aber beim Uebergang des Metalls in den festen Aggregatzustand, um erst weiterhin wieder mit fallender Temperatur sich zu verkleinern. Hierdurch erklärt sich die Erscheinung, daß oftmals Stücke von noch ungeschmolzenem Gußeisen auf flüssigem schwimmen.

Graues Roheisen wird durch schnelles Abkühlen nach dem Schmelzen weiß, blättrig im Bruche und hart, nimmt überhaupt alle Eigenschaften des weißen Roheisens an; verliert sie aber wieder und wird grau, wenn man es neuerdings bei sehr starker Hitze schmelzt und äußerst langsam abkühlen läßt. Erhitzt man dünnere für die Bearbeitung zu hart ausgefallene Gußeisenstücke, ohne sie zu schmelzen, bis zur Weißgluth und läßt sie an der Luft erkalten, so erlangen dieselben schon hierdurch die erwünschte Weichheit. Gießt man geschmolzenes graues Roheisen in Wasser, oder löscht (schreckt) man es durch reichlich darauf geschüttetes Wasser ab, so wird es durch und durch weiß; in nasse Sandformen, oder in Formen aus Eisen (welche durch gute Wärmeleitung die Abkühlung beschleunigen) gegossen, erleidet es jene Veränderung wenigstens an der Oberfläche (Hartguß), nach deren Wegnahme das Innere als unverändertes graues Eisen erscheint. Die so entstandene weiße und harte Kruste kann bei großer Dicke der eisernen Form (Schale, Coquille) bis 100mm und darüber dick gemacht werden. Ursprünglich weißes (nicht aus grauem entstandenes) Roheisen läßt sich nur schwierig auf die vorstehend angezeigte Weise in graues umwandeln.

Indem das graue Roheisen durch Abschrecken sich in weißes verwandelt, nimmt es außer Farbe, Härte und Sprödigkeit des Letzteren, auch dessen größeres spezifisches Gewicht an. Beobachtungen hierüber haben gezeigt, daß die Steigerung des sp. G. in dem Verhältnisse von 1000 zu 1052 bis 1071 Statt findet, also das Volumen des Eisens sich um 5 bis 6,6 Prozent verkleinert. — Wird graues Roheisen nur rothglühend gemacht (wobei es vom Schmelzen weit entfernt ist) und schnell in gesättigter Kochsalzlösung oder in Wasser mit 10 Prozent Schwefelsäure und 1 bis 2 Prozent Salpetersäure versetzt abgelöscht, so nimmt es eine bedeutende Härte und entsprechend vergrößerte Sprödigkeit an, indem zugleich seine Bruchflächen feineres Korn und hellere Farbe erlangen. Das Salz und die Säure scheinen hier nur insofern zu wirken, als sie die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers erhöhen, also die Abkühlung des Eisens beschleunigen.

B. Das **Schmiedeisen, Stabeisen** oder **weiche Eisen**, (fer, *soft iron*, *wrought iron*) ist so äußerst strengflüssig, daß es im gewöhnlichen Feuer gar nicht, sondern nur in kleinen Mengen bei den heftigsten durch Kunst erreichbaren Hitzegraden geschmolzen werden kann. Dagegen kann es in starker Rothglühhitze durch Schmieden in alle Gestalten gebracht werden, und wird bei lebhaftem Weißglühen (Schweißhitze) so weich, daß es sich durch Hammerschläge fest vereinigen (schweißen) läßt; etwa wie — bei gelinder Wärme und durch den Druck der Finger — zwei Stücke Wachs zusammengeknetet werden. Die Härte des Schmiedeisens ist bald mehr bald weniger bedeutend, doch jederzeit geringer als jene des grauen Gußeisens; es läßt sich daher leicht feilen, mit Meißel und Drehstahl bearbeiten. Auch kann es kalt gebogen und gehämmert werden, wobei aber seine Härte beträchtlich zunimmt. Durch Glühen und Wiederabkühlen wird dann die ursprüngliche Weichheit zurückgeführt, wie dies auch bei anderen dehnbaren Metallen der Fall ist. Das spezifische Gewicht des Schmiedeisens ist = 7,352 bis 7,912, durchschnittlich 7,6, wird aber durch die Verdichtung beim Hämmern, Walzen und Drahtziehen nicht unbeträchtlich und zuweilen bis auf 8,100 erhöht.

Geschmolzenes Schmiedeisen hat man krystallinisch-blättrig im Bruche, schmied- und schweißbar, nach dem Ueberstehen der Schweißhitze aber nicht mehr im Rothglühen schmiedbar, sondern unter dem Hammer zerbröckelnd gefunden.

Die absolute Festigkeit des Schmiedeisens ist sehr verschieden, aber im Allgemeinen viel größer als jene des Gußeisens; sie beträgt, für 1 □mm berechnet, bei geschmiedeten oder gewalzten Stäben durchschnittlich 40kg, bei Blech in der Faserrichtung 36kg, rechtwinklig dazu 33kg, bei hartgezogenem Drahte 56 bis 134, bei ausgeglühtem Drahte 34 bis 58kg.

Gutes Schmiedeisen zeigt in seinem ursprünglichen Zustande auf dem Bruche ein hakiges oder zackig-körniges Gefüge von großer Gleichförmigkeit und ohne Einmengung sogenannter roher Theile, welche sich durch Streifen oder Flecken von glattem, sehr feinkörnigem oder fast dichtem Ansehen kund geben. Fortgesetzte Streckung (wie sie beim Schmieden, Walzen und Drahtziehen Statt findet) verwandelt aber mehr oder weniger schnell das Gefüge in ein sehniges (fadiges), wobei das Eisen auf dem Bruche wie aus Faserbündeln zusammengesetzt erscheint. Mit dieser Verwandlung der Textur (welche indessen bei manchem Eisen niemals eintritt) ist eine beträchtliche Vermehrung der absoluten Festigkeit verbunden. Oefters findet man den sehnigen Bruch mit dem hakigen gemengt. Zwischen Farbe und Glanz des Eisens besteht ein sehr merkwürdiger Zusammenhang, und diese Eigenschaften stehen in bestimmter Beziehung mit der Dehnbarkeit und Zähigkeit, wodurch das Ansehen des Bruches ein sicheres Kennzeichen für die Güte des Eisens wird. Bei gutem Eisen ist stets eine helle Farbe mit geringem Glanze, und ein starker Glanz mit dunklerer grauer Farbe vergesellschaftet; daher Eisen, welches dunkel aschgrau und dabei matt, oder weiß und sehr stark glänzend aussieht, mit Sicherheit für mürb oder spröde gehalten werden darf, selbst wenn es einen ausgezeichnet faserigen oder sehnigen Bruch darbietet.

Das Korn von gutem (festem und geschmeidigem) Eisen bietet eine zackige Beschaffenheit ohne bestimmte Form der einzelnen Körnchen dar, ist bei dicken Stücken gröber als bei dünnen, aber niemals eckig, kantig oder schuppig. — Merkwürdig ist die Veränderung, welche das Gefüge des Schmiedeisens erfährt, wenn dieses lange Zeit hindurch einem Torsionsbestreben oder immer wiederholten Erschütterungen (kleinen dröhnenden Bewegungen) unterworfen ist: Vollkommen fadiges (sehniges) Eisen wird durch Hämmern in kaltem oder schwach erhitztem Zustande (beim Aufhören des Rothglühens) krystallinisch-körnig, und bricht nun oft — wiewohl es vorher ausgezeichnet zäh war — durch leichte Schläge entzwei; Achsen von gewöhnlichen Fuhrwerken, mehr noch von Lokomotiven und anderen Eisenbahnwagen, — aus sehr zähem, fadigen Eisen verfertigt — brechen nach langer Dienstleistung ohne besondere äußere Veranlassung plötzlich, und zeigen dann immer krystallinisch-körnige Bruchflächen; die Kolbenstange eines Zylindergebläses, welche zufolge mangelhafter Verbindung mit dem Kolben in der Nähe des letztern längere Zeit vibrirt und dies durch ein dröhnendes Geräusch zu erkennen gegeben hatte, brach unerwartet an dieser Stelle und zeigte hier körnig-krystallinisches, dagegen beim absichtlichen Durchbrechen an anderen Stellen das ursprüngliche fadige Gefüge; Ketten, zum Aufziehen der Erzkübel in Bergwerken angewendet, wobei die Glieder vielfältig in Vibration gerathen, nehmen mit der Zeit eben jene krystallinische Textur an und brechen dann durch dieselbe Belastung, welche sie bis dahin ohne Schaden immer getragen haben; an abgebrochenen Gewehrläufen beobachtete man sehr ausgezeichnetes krystallinisches Gefüge, ungeachtet das Eisen bei der Verfertigung derselben sehnig gewesen war (hier muß die Veränderung in Folge der beim längeren Gebrauche durch das Schießen eingetretenen kleinen aber gewaltsamen Vibrationen entstanden sein). Die eisernen Reifen, womit ein Porzellanbrennofen 60 Jahre lang umschlossen war (während welcher Zeit etwa 3000 Brände darin stattgefunden hatten) zeigten sich beim Abnehmen krystallinisch-körnig und äußerst zerbrechlich, wahrscheinlich weil sie bei jedem Brande sich durch die Erwärmung etwas ausgedehnt, nachher wieder zusammengezogen und angespannt hatten. Schmiedeiserne Röhren, zur Herstellung der sogenannten amerikanischen Brunnen (Rammbrunnen) in die Erde gerammt, brechen oft plötzlich während des Einrammens ab und zeigen dann immer ein grob krystallinisches Gefüge. Wegen der mit Veränderung der Textur verbundenen Minderung der Haltbarkeit sind diese Erfahrungen höchst beachtenswerth. Hartes (über 0,5 Prozent Kohlenstoff haltendes) Eisen zeigt die in Rede stehende Veränderung nicht; auch soll sie zu vermeiden sein, wenn man das Roheisen vor dem Frischen mit 1 Prozent Nickel legirt, welches in das daraus gefertigte Schmiedeisen übergeht.

Wenn im Innern des Schmiedeisens Stellen vorkommen, an denen durch eingemengte Schlackentheile (schwarzes Eisenoxydoxydul) der Zusammenhang des Metalls unterbrochen ist, so sagt man, es sei unganz (cendreux, pailleux, *flawish, starred*). Bei der Bearbeitung zeigen sich solche unganze Stellen (welche der Festigkeit wesentlich Abbruch thun) auf der blanken Eisenfläche als schwärzliche Linien oder Flecken; und man findet sie weit öfter, als den Arbeitern erwünscht ist, ja manches Eisen ist

damit ganz durchzogen. Schiefer (moine, paille, *blister, flaw*) nennt man solche Theile des Eisens, welche sich bei der Verarbeitung, in Folge unganzer Stellen, von der Hauptmasse mehr oder weniger ablösen; Aschenlöcher (Aeschel, cendrures) sind kleine unganze Stellen, welche nur beim Poliren als graue Pünktchen oder Streifen zum Vorscheine kommen. Verschieden von allen diesen Fehlern sind die Langrisse (feine nach der Länge der Stäbe laufende Spaltungen), womit namentlich das fadige Eisen öfters behaftet ist. Da das Schmiedeisen bei seiner Darstellung und Verarbeitung nie in flüssigen Zustand versetzt werden kann, sondern immer nur geschmiedet (oder gewalzt) und geschweißt wird, so ist eine völlige Gleichförmigkeit seiner Masse unmöglich zu erreichen, worin nebst den unganzen Stellen auch die Erscheinung ihren Grund hat, daß so häufig verschiedene Stellen eines Eisenstücks auffallend verschiedene Grade von Härte zeigen.

Andere wichtige Fehler des Eisens sind der Rothbruch, Kaltbruch, Schwarzbruch und Faulbruch. Man nennt rothbrüchiges Eisen (fer rouverain, fer métis, fer cassant à chaud, *hot short iron*) solches, welches im Rothglühen unter den Hammerschlägen aufreißt oder berstet, wogegen es sich bei der Schweißhitze gut schmieden läßt; die Ursache des Rothbruchs ist gewöhnlich eine geringe Verunreinigung mit Schwefel (oft nur 0,01 Prozent), ein kleiner Kupfergehalt wirkt aber eben so und verringert zugleich die Schweißbarkeit. Kaltbrüchiges Eisen (fer cassant à froid, *cold short iron*) ist in der Kälte spröde, läßt sich aber beim Glühen wie gutes Eisen schmieden, und entsteht durch eine kleine Beimischung von Phosphor (welche aber über 0,5 Proz. beträgt, wenn sie merklich nachtheilig wirkt) oder von Zink, Arsen, Antimon, Chrom. Schwarzbrüchig (fer cassant à chaud mince, *black short iron*) hat man solches Schmiedeisen genannt, welches in einer noch nicht zum Glühen reichenden erhöhten Temperatur brüchig, dagegen kalt wie rothglühend vollkommen geschmeidig ist. Diese noch wenig beachtete Erscheinung wurde an dem Bleche einiger explodirter Dampfkessel wahrgenommen, wozu das Eisen aus Rotheisenstein bereitet war; die Ursache derselben ist bis jetzt nicht aufgefunden. Eisen endlich, welches bei jeder Temperatur mürb und von geringer Festigkeit ist, heißt faulbrüchig oder haderig (*short iron*). Dieser letztere Fehler kann von verschiedenen Ursachen herrühren, insbesondere von eingemengter Schlacke, von einem Gehalte an Silizium oder Kalzium. Rohbrüchig heißt das Eisen, wenn es in der Hitze sowohl als in der Kälte leicht bricht, dabei aber nicht mürb, sondern gehörig hart ist; dieser Fehler entsteht durch Anwesenheit vieler roher Theile (S. 6), welche sich in ihrer Beschaffenheit dem weißen oder weißgrauen Roheisen nähern. Durch lange anhaltendes oder oft wiederholtes starkes Glühen wird jedes Schmiedeisen mürb; man nennt es dann überhitzt oder verbrannt (*overburnt iron*), und kann ihm die frühere gute Beschaffenheit dadurch wieder geben, daß man es unter vollkommenem Ausschlusse der Luft (z. B. mit völlig geschmolzener Schlacke bedeckt) zum Weißglühen bringt, und mäßig überschmiedet.

Kaltbrüchiges Eisen giebt sich meist durch ein flaches, schuppiges Korn, hellweiße Farbe und starken Glanz auf den Bruchflächen zu erkennen; rothbrüchiges zeigt immer ein langfadiges Gefüge und gewöhnlich dunkelgraue Farbe mit schwachem Glanze. Das verbrannte Eisen bietet einen sehr grob- und flachkörnigen, ja klein-blättrigen, stark glänzenden Bruch dar; wie man z. B. sehr ausgezeichnet an Plätteisen-Bolzen sehen kann, welche nach längerem Gebrauche kalt zerschlagen werden.

Die Güte und Brauchbarkeit des Schmiedeisens bemißt sich wesentlich nach dessen Geschmeidigkeit und Festigkeit (abgesehen davon, daß für bestimmte einzelne Zwecke weichere Sorten einen Vorzug vor den härteren haben, oder umgekehrt). Wenn eine Stange mit dem Meißel eingehauen und dann mit dem Hammer abgeschlagen wird, so giebt schon das Ansehen der frischen Bruchfläche wesentlichen Aufschluß über die Natur des Eisens (wovon oben das Nähere). Andere praktische Proben zur Beurtheilung der Güte gibt es vielerlei: 1) Herabwerfen der Stange aus größeren Höhen, auf einen Steinblock, wobei kein Bruch erfolgen darf (Wurfprobe). — 2) Fallenlassen eines bestimmten Gewichts von bestimmter Höhe auf die hohlliegende Mitte des von zwei Unterlagen getragenen Eisenstücks (Fallprobe). — 3) Das Hin- und Herbiegen an derselben Stelle bis zum Eintreten des Bruches, unter Bemerkung der nöthig gewesenen Anzahl von Biegungen

(**Biegprobe**). — 4) Man erhitzt das Eisen zur gelb-weißen Gluth, läßt es dann unter dem Hammer ausbreiten, biegen, winden, lochen, und sieht zu, ob es Brüche oder Kantenrisse bekommt (**heiße Probe**). — 5) Man feilt die Oberfläche blank, um zu sehen, ob sich Langrisse (S. 7), unganze Stellen, Schiefer, Aschenlöcher zeigen. — 6) Man steckt das blankgefeilte (nicht fettige und daher nöthigenfalls vorläufig mit Kalk oder nasser Holzasche abgeriebene) Stück in Wasser, welchem so viel Scheidewasser oder Schwefelsäure zugemischt ist, daß es ungefähr wie starker Essig sauer schmeckt, oder streicht diese Flüssigkeit wiederholt auf das Eisen. Bei dieser Probe wird sich stets eine mehr oder weniger fleckige oder streifige Beschaffenheit der geätzten Fläche zeigen, Risse und unganze Stellen werden offenbar: das Eisen ist desto gleichartiger in seiner Masse (also — sonstige Proben vorbehalten — desto besser), in je geringerem Maße jene Erscheinungen sich darbieten.

Wenn das Eisen zum Glühen erhitzt ist, so verbindet es sich schnell mit dem Sauerstoffe der Luft und erzeugt eine grauschwarze, spröde Verbindung (Eisenoxydoxydul), welche die Oberfläche desto dicker überzieht, je länger das Glühen dauert und je freieren Zutritt die Luft hat. Beim Schmieden springt dieser Ueberzug (der Zunder, Glühspan, Eisensinter, Schmiedesinter, Hammerschlag, Eisenhammerschlag, écailles, mâchefer, battiture de fer, pailles de fer, *scale*) in Schuppen ab. Dünne Eisenstückchen verwandeln sich durch längeres Glühen endlich ganz in diese Substanz. Was bei der Bearbeitung des Eisens durch die Bildung des Glühspans am Gewichte verloren geht, wird Abbrand genannt. In der Weißglühhitze verbrennt das Eisen förmlich, unter einem lebhaften Funkensprühen, wie man beim Schweißen, oder wenn ein Büschelchen sehr feiner Eisendrähte in eine Lichtflamme gehalten wird, beobachten kann. Das Produkt dieser Verbrennung ist ebenfalls Glühspan, welcher dabei zugleich schmilzt.

C. Der **Stahl** (**acier**, *steel*) steht zwischen dem Roheisen und Schmiedeisen, sofern er die nützlichsten Eigenschaften von beiden in sich vereinigt, und eben dadurch ein so äußerst schätzbares Material für die Gewerbe wird. Er ist schmelzbar bei einer Hitze, welche größer als die Schmelzhitze des Roheisens, aber geringer als jene des Schmiedeisens ist. In gut gebauten Zugöfen kann selbst eine größere Quantität Stahl in einem Schmelztiegel zum Flusse gebracht werden, und daher ist der Stahl des Gusses fähig, so wie er andererseits schmied- und schweißbar ist, gleich dem weichen Eisen. Auch läßt sich Stahl mit Schmiedeisen zusammenschweißen. Doch tritt die Schweißhitze des Stahls bei niedrigerer Glühhitze als die des Eisens ein, und das Schweißen ist bei manchen Stahlsorten ziemlichen Schwierigkeiten unterworfen, wenn nämlich die Schweißhitze dem Schmelzpunkte nahe liegt, weil dann der Stahl in der Schweißhitze schon anfängt unter dem Hammer zu bersten und abzubröckeln. Im natürlichen Zustande ist der Stahl härter als gutes Schmiedeisen, aber viel weicher als das weiße Gußeisen, daher mit Feile, Meißel und Drehstahl noch gut zu bearbeiten. Er erlangt jedoch eine außerordentliche Härte (wobei er, wie weißes Gußeisen, nicht mehr von der Feile angegriffen wird), wenn man ihn, glühend, rasch und stark abkühlt, z. B. durch Eintauchen in Wasser. Mit dieser Härte tritt zugleich eine außerordentliche Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit ein. Löscht man den Stahl ab, wenn er stark erhitzt aber noch nicht glühend ist, so härtet er sich nicht, sondern wird sogar auffallend weicher. Man kann diese Erfahrung vortheilhaft benutzen, um geschmiedete Stahlsachen, zur Erleichterung des Feilens 2c., sehr weich zu machen, indem man sie zum Dunkelrothglühen erhitzt, dann abkühlen läßt, bis auch im Finstern kein Glühen mehr daran zu sehen ist, und hierauf sogleich in Wasser taucht. Stahl, welcher auf die angezeigte Weise gehärtet (trempé, *hardened*) ist, heißt glashart (entweder weil er Glas ritzt, oder weil er spröde ist wie Glas). Man erkennt diesen Zustand sogleich, wenn man mit einer Feile über den Stahl streicht, an dem kreischenden Tone und daran, daß die Feile nichts wegnimmt, eher selbst abgestumpft wird; ein anderes Erkennungsmittel des gehärteten Stahls ist der schnelle Eintritt des Bruches bei dem Versuch, ihn zu biegen. Durch stufenweises Erhitzen (Anlassen, Nachlassen, recuire, faire revenir) nimmt die Härte und die Sprödigkeit des glasharten Stahls

wieder allmälig ab, und bis zum Glühen erhitzt, dann aber langsam erkaltet, wird derselbe wieder so weich als er vor der Härtung war. Man hat es dadurch in seiner Gewalt, den aus Stahl verfertigten Gegenständen jeden beliebigen Grad von Härte, welcher zwischen der natürlichen Weichheit und der Glashärte liegt, zu geben. Das spezifische Gewicht des Stahls liegt zwischen 7,4 und 8,1, kann aber durchschnittlich zu 7,7 angenommen werden. Durch das Härten wird das spezifische Gewicht ein wenig verringert, ein Beweis, daß der gehärtete Stahl einen etwas größern Raum einnimmt, als ihm vor dem Härten eigen war, was auch durch genaue Messung direkt nachgewiesen werden kann. An absoluter Festigkeit und an Elastizität übertrifft der Stahl bedeutend das Schmiedeisen; die Festigkeit beträgt, für einen Querschnitt von 1 □mm Größe, bei geschmiedeten und gewalzten Stahlstäben 22 bis 150kg, bei dicken Gußstahlblechen 38 bis 110kg, bei Stahldraht, hartgezogen, 82 bis 115, ausgeglüht 58 bis 60kg. Gehärtet besitzt der Stahl eine viel geringere Festigkeit. Der Bruch des Stahls ist stets körnig, aber dichter, gleichartiger als der des Stabeisens, so daß man keine bestimmte Form eines einzelnen Korns zu unterscheiden vermag; er wird zwar durch Bearbeitung (Hämmern, Walzen, Drahtziehen) sehr verfeinert, geht aber niemals in das Sehnige über. Zu oftmaliges und zu starkes Glühen macht das Korn grob und den Stahl mürb (überhitzter Stahl, welcher oft uneigentlich verbrannter Stahl genannt wird). Gehärtet hat der nämliche Stahl ein feineres Korn, als ungehärtet; nur wenn er beim Härten überhitzt worden ist, wird das Korn gröber. Unganze und auch ungleich harte Stellen finden sich im nichtgeschmolzenen Stahle wie im Schmiedeisen, doch im Allgemeinen minder häufig; dagegen wird der Stahl durch das Schmelzen vollkommen gleichartig in seiner ganzen Masse; ein wesentlicher Vortheil, den man beim Schmiedeisen nie erreichen kann.

Durch das Härten vermindert sich das spezif. Gewicht in dem Verhältnisse wie 1000: 997 bis 960, woraus eine Vergrößerung des Volumens um 0,3 bis 4,16 Prozent folgt. Die meisten Beobachtungen ergaben zwischen 993 und 983 Verminderung des sp. G. oder zwischen 0,7 und 1,7 Prozent Ausdehnung; die Durchschnittszahl ist 1,5 Prozent. Bei einem Stahlkörper, dessen Vergrößerung in allen Richtungen nach gleichem Verhältnisse erfolgte, wäre hiernach eine Zunahme jeder linearen Dimension um ½ Prozent oder 1/200 abzuleiten. Es scheint aber, daß in den Richtungen der größeren Abmessungen die Ausdehnung in geringerem Verhältnisse stattfindet, also z. B. bei einem flachen Stabe in der Dicke verhältnißmäßig bedeutender als in der Breite, in der Breite verhältnißmäßig bedeutender als in der Länge ist. Dies ließe sich dadurch erklären, daß in der Richtung der kleineren Dimensionen die Abkühlung plötzlicher stattfindet, ihre Wirkung mithin auch bemerklicher werden muß. Demgemäß ist auch wahrscheinlich, daß große Stücke geringere Ausdehnung zeigen werden, als kleine. In Gußstahl ist die Volumensvermehrung größer als in anderen Stahlsorten, und durchschnittlich auf 3 Prozent anzuschlagen.

Ein stählerner Ring kann, der Erfahrung zufolge, durch das Härten enger oder weiter werden: Ersteres scheint der Fall zu sein, wenn seine Breite sehr bedeutend ist im Verhältniß zum inneren oder lichten Durchmesser; letzteres wenn der Ring schmal und von verhältnißmäßig großem Durchmesser ist. Nach zuverlässigen Beobachtungen findet beim wiederholten Härten eines schon vorher gehärteten Stahlstücks eine abermalige Ausdehnung Statt. So macht man die Prägringe der Münzmaschinen, wenn sie durch den Gebrauch sich ausgeschliffen haben und für die Prägstempel zu weit geworden sind, dadurch enger und wieder passend, daß man sie von Neuem härtet; ja dieses Verfahren kann einige Mal an demselben Ringe mit stets erneuertem Erfolge vorgenommen werden.

Ueber die Härtung (trempe, *hardening*) des Stahls sind noch einige Bemerkungen nöthig. Der Stahl dehnt sich, gleich allen Körpern, durch die Hitze aus, und zieht sich beim gemächlichen Erkalten wieder um ebenso viel zusammen. Wird aber durch Ablöschen in Wasser oder auf andere Weise die Abkühlung sehr rasch bewirkt, so mangelt den kleinsten Theilchen die Zeit, sich völlig in ihre alte Lage zu begeben, und sie bleiben daher in einer, ihnen unnatürlichen, gespannten Anordnung. Hierdurch erklärt sich die Sprödigkeit des gehärteten Stahls (welche der Sprödigkeit der bekannten Glastropfen, Glaswürmer und Bologneserflaschen hinsichtlich des Ursprungs zu ver-

gleichen ist), und dessen geringeres spezifisches Gewicht. Mit dem Hart- und Weißwerden des schnell abgekühlten grauen Gußeisens (S. 5) ist das Härten des Stahls verwandt; doch unterscheiden sich beide Vorgänge merkwürdiger Weise dadurch von einander, daß bei dem einen eine Zusammenziehung, bei dem andern eine Ausdehnung Statt findet. Je größere Hitze der Stahl im Augenblicke des Ablöschens besaß, je kälter und ein je besserer Wärmeleiter das Ablöschungsmittel ist, desto größer wird im Allgemeinen — unter übrigens gleichen Umständen — die Härte. Doch muß der Stahl wenigstens kirschroth glühen, um überhaupt einen erheblichen Grad von Härte zu erlangen. Braunrothe Glühhitze erzeugt eine sehr geringe, und oft gar keine Härte; aber auch in der Weißglühhitze wird die Härte nicht so groß als beim hellrothen Glühen. Unter völlig gleicher Behandlung beim Erhitzen so wie beim Ablöschen nehmen verschiedene Stahlsorten verschiedenen Grad von Härte an, und zur besten Härtung erfordert daher jede Stahlsorte einen etwas verschiedenen Grad der Glühhitze, worüber der Arbeiter durch Erfahrung belehrt wird; Gußstahl härtet sich mit der schwächsten Hitze. Das gewöhnliche Mittel zur Abkühlung ist Wasser (Härtewasser); und man härtet damit entweder durch Eintauchen oder durch Aufgießen. Manche Gegenstände, die keiner sehr großen Härte bedürfen, härtet man in Talg oder Oel. Sehr kleine Gegenstände erlangen schon einen ziemlichen Härtegrad, wenn man sie glühend macht und dann mit dem Munde darauf bläst, oder sie in der Luft rasch hin und her schwenkt.

Das Erhitzen zum Härten geschieht der Regel nach in einem Kohlenfeuer (stets von Holzkohlen, da Steinkohlen durch ihren Schwefelgehalt und die entstehende Schlacke nachtheilig sind). Für alle größeren Gegenstände bedient man sich der Schmiede-Esse mit dem Blasbalge, für kleinere Sachen reicht ein Feuer ohne Gebläse, das man mittelst eines Fächers anfacht, aus; jedenfalls muß das Stahlstück überall von Kohlen umgeben sein und nicht direkt vom Winde getroffen werden. Der gleichförmigen Erhitzung wegen ist es gut, kleine Gegenstände an einem Drahte aufzuhängen und dann mit Kohlen so zu umbauen, daß sie nirgend von denselben berührt werden. Die allerkleinsten Stücke können leicht in einer Kerzen- oder Lampenflamme — entweder durch direktes Hineinhalten oder durch Daraufblasen der Flamme mittelst des Löthrohrs — genugsam glühend gemacht werden; am reinlichsten ist die Weingeistlampe. Zur Erlangung einer recht gleichmäßigen Hitze kann man sich für feine und kleine Gegenstände (z. B. Rasirmesser) des — in der Ausübung allerdings umständlichen — Verfahrens bedienen, daß man die Stücke in ein Bad von gewissen zum feurigen Fluß gebrachten Salzen (kalzinirte Soda, Kochsalz, Chlorzink 2c.)[1]) oder von glühend geschmolzenem Blei[2]) legt.

Als Härtewasser ist jedes schmutzfreie Wasser gleich gut brauchbar, es muß nur kalt sein (wenigstens nicht fühlbar warm); in dieser Beziehung ist es vortheilhaft in Gefäßen, worin viel nach einander gehärtet wird, einen steten Zu- und Abfluß einzurichten. Zum Härten durch Aufgießen (Strahlhärtung) dient ein in der Höhe angebrachter Wasserbehälter mit einem herabgehenden Rohre, welches nach Oeffnung seines Hahns den Wasserstrahl (dicker oder dünner nach Beschaffenheit des angebrachten Mundstücks) auf den dicht darunter gehaltenen Stahl stürzen läßt. Den hierdurch entstehenden Vortheil, daß in jedem Augenblicke frische kalte Wassermassen mit dem Stahle in Berührung treten, sucht man beim Härten durch Eintauchen einigermaßen mittelst des Kunstgriffs zu erreichen, daß man den Stahl nicht ruhig im Wasser läßt, sondern sogleich nach dem Eintauchen ihn kreisend herumbewegt bis das Geräusch aufgehört hat. — Dem Härtewasser werden öfters verschiedene Substanzen zugesetzt, in der Meinung, dadurch eine größere Härte zu erzielen. Insofern dergleichen Beimischungen (wie Salmiak, oder Pottasche, oder Schwefelsäure — von letzterer 1kg auf 30 bis 40kg Wasser) die Wärmeleitungsfähigkeit erhöhen, können sie von einigem Nutzen sein; mehr aber noch dadurch, daß sie das Faulwerden des lange Zeit nicht erneuerten Wassers verhindern. Im Uebrigen sind alle Künsteleien mit dem Härtewasser nur von eingebildetem Vortheil. Kochendes Wasser härtet nicht; auch nicht Seifenwasser, selbst wenn es kalt ist; Wasser mit 10 Prozent Gummi oder Dextrin erzeugt äußerst wenig, 36-prozentiger Weingeist gar keine Härte. Fett härtet etwas weniger als Wasser; heißes Oel (von 187° C.) macht nur

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 166, S. 126. — Jobard, Bulletin, T. 43, p. 73.
[2]) Brevets 1844, T. 25, p. 115.

Stahlstücke von höchst geringer Dicke (weniger als 2mm) noch hart. Zuweilen bedeckt man das Härtewasser mit einer Schicht Talg oder Oel, so daß die erste Abkühlung hierin, die schließliche Erkältung im Wasser Statt findet. Die in der Licht- oder Lampenflamme glühend gemachten kleinen Gegenstände werden sehr oft gleich im Talg der Kerze oder im Oel der Lampe abgelöscht. Schneidwerkzeuge, spitze Hämmer u. dgl. sollen auf folgende Weise eine vorzügliche Härte erlangen: Man vermengt 1 Theil Blutlaugensalz und 1 Th. Weinsteinsalz (weinsteinsaures Kali) gepulvert mit 2 Th. weicher grüner Seife und mischt 2 Th. flüssiggemachtes Schweinschmalz dazu, wodurch ein Teig entsteht. Die zu härtende Spitze oder Schneide wird hellrothglühend gemacht, einen Augenblick in diesen Teig gesteckt und sofort in Wasser abgekühlt. Noch größere Härte nimmt der Stahl an, wenn man Quecksilber als Härteflüssigkeit verwendet. — Um durch Ueberhitzen grobkörnig und mürb gewordenen (verbrannten) Stahl wiederherzustellen, reicht es nach zuverlässigen Erfahrungen hin, denselben drei oder vier Mal vorsichtig rothglühend zu machen und jedes Mal in kochendem Wasser abzukühlen. Es sind aber zu gleichem Zwecke noch folgende Mittel angegeben und bewährt gefunden worden: a) 4 Theile gelbes Harz werden fein gepulvert in 2 Th. erhitzten Fischthran eingetragen, und nach dem Schmelzen 1 Th. flüssig gemachten Talgs hinzugefügt. Das Stahlstück (Meißel oder andere Werkzeuge z. B.) läßt man braunwarm werden und dann in vorstehender Mischung abkühlen; es wird hierauf zum zweiten Male glühend gemacht und im Wasser wie gewöhnlich gehärtet. — b) Man schmelze 3 Gewichtstheile reines Kolophonium in einem Tiegel und setze nach dem Flüssigwerden unter langsamem Umrühren 2 Gewichtstheile gutes gekochtes Leinöl zu; Anwendungsweise wie vorstehend. — c) 64 Th. doppelt-chromsaures Kali, 32 bis 64 Th. Salpeter, 1 Th. Aloe (!), 1 Th. arab. Gummi, 2 bis 24 Th. Kolophonium, sämmtlich gepulvert und gemengt. Der Stahl wird schwach rothglühend gemacht, mit der Mischung bestreut, nochmals zum Rothglühen erhitzt und in Wasser abgelöscht. Es wird gerühmt, daß dieses Mittel auch sehr gut zum Härten gesunder (vorher nicht verbrannter) Stahlgegenstände tauge, welche sonst — wie Prägstempel u. dgl. — wegen ihrer Dicke leicht Härterisse anzunehmen pflegen. —

Bei manchen Werkzeugen (z. B. Gewindebohrern und Backen zum Schraubenschneiden) ist es von Vortheil, die Härtung auf eine dünne Oberflächen-Schicht zu beschränken, weil dann die inneren weichbleibenden Theile zur Stütze dienen und das Ausbrechen von Ecken oder Kanten verhindern. Zu diesem Behufe hat man erprobt einen Teig aus 10 Th. Ochsenklauen, 10 Th. Chinarinde (wohl eben so gut Eichenlohe?), 5 Th. Kochsalz, 5 Th. Blutlaugensalz, 3 Th. Salpeter (sämmtlich gepulvert) und 20 Th. grüner Seife zu bereiten, das rothwarm gemachte Stahlstück damit zu bestreichen, es abermals zum Rothglühen zu erhitzen und nun im Wasser abzulöschen. Die zweite Erhitzung darf nicht so stark sein wie die zum gewöhnlichen Härten erforderliche, sonst härtet sich auch das Innere. Das Anlassen nach dem Härten unterbleibt hier.

Beabsichtigt man ein Stahlstück theilweise zu härten, so wird nur der betreffende Theil geglüht und in das Wasser getaucht; man umkleidet auch wohl das Uebrige dicht mit Lehm, damit es bei dem Eintauchen nicht mit dem Wasser in Berührung kommt. Dünne Stücke oder dünne Theile eines Stücks härten sich stärker als dicke, weil jene schneller von der Abkühlung durchdrungen werden. Da dickere Stücke länger die Hitze halten, so ist es auch gewöhnlich am zweckmäßigsten, die dünnen Theile eines Stückes zuerst einzutauchen, damit sie nicht Zeit haben, vorher abzukühlen; doch müssen zuweilen Ausnahmen hiervon gemacht werden. — Sehr dicke Stahlstücke härten sich vorzugsweise äußerlich; wenig oder gar nicht im Innern, wohin die Abkühlung durch das Härtewasser nicht schnell genug eindringt. Ein deutliches Beispiel hiervon geben ganz stählerne Schlagstöcke (kleine Amboße), welche durch längeren Gebrauch auf ihrer Arbeitsfläche (Bahn) vertieft werden. Diesem läßt sich vorbeugen, indem man, parallel mit der Bahn, quer durch den dicken Körper ein etwas großes Loch bohrt; weil dann beim Härten auch hier das Wasser eindringen und die Abkühlung des Innern beschleunigen kann.

Die ungleich große Zusammenziehung in verschiedenen Theilen eines der Härtung unterworfenen Gegenstandes (welche in ungleicher Dicke, in ungleichförmiger Beschaffenheit des Stahls, in ungleicher Erhitzung, in einer unzweckmäßigen Art des Eintauchens ihren Grund haben kann) verursacht sehr oft eine Krümmung oder andere unwillkommene Formveränderung (das Werfen, Ziehen, Verziehen, voiler, déjeter, *distorting*), oder gar Sprünge (das Reißen, *cracking*, *clinking*) — Borsten, Hartborsten, Härterisse, crevasses, gerçures, criques, *cracks*), welche letztere zuweilen selbst mit der gänzlichen Absonderung, dem Losspringen einzelner Stücke ver-

bunden sind. Solche Ablösungen erfolgen nicht immer im Augenblicke des Härtens, sondern zuweilen erst mehrere Stunden nachher, und oft mit solcher Gewalt, daß das Wegfliegen der Stücke gefährlich wird.

Bei Stücken von beträchtlicher Dicke ist das Rissigwerden eine leicht begreifliche Folge davon, daß das Innere noch heiß bleibt und also sich nicht zusammengezogen hat, während die äußere Schicht bereits sich verkleinern mußte, demnach zur zusammenhängenden Umkleidung des Kerns nicht mehr hinreicht, jedenfalls aber in eine Spannung geräth, welche leicht die Kraft des Zusammenhangs überwindet. — Die Erfahrung und Uebung des Arbeiters kann viel zur Verminderung oder Verhinderung des Werfens und Reißens beitragen. So z. B. darf man flache und dünne Gegenstände nicht mit der Fläche, sondern muß sie mit einer Kante in das Wasser tauchen; lange und dünne (aber nicht flache) Stücke hält man beim Eintauchen vertikal. Gegenstände, an welchen ganz dünne Theile neben sehr dicken liegen (wie z. B. die Schneide und der Rücken eines Rasirmessers, einer Säbelklinge) senkt man mit der dicksten Stelle (dem Rücken) voraus ein. Wollte man solche Stücke mit der Schneide zuerst in das Wasser tauchen, so würde diese — weil der dicke und noch heiße Rücken ihrer plötzlichen Zusammenziehung nicht folgen kann — Quersprünge bekommen; während bei dem umgekehrten Verfahren der Zusammenziehung des Rückens durch den schwachen Widerstand der dünnen Schneide kein Hinderniß in den Weg gelegt wird. Oefters hat die größere oder geringere Nähe des eingetauchten Stückes an der Gefäßwand einen bemerklichen Einfluß, indem dadurch zu beiden Seiten sich ungleich große (folglich mit ungleichem Abkühlungsvermögen begabte) Wassermassen befinden. Das Werfen dünner flacher Gegenstände (Sägenblätter u. dgl.) ist auf keine Art zu vermeiden. Zur Vermeidung des Reißens soll es dienlich sein, das Stahlstück vor dem Härten (kalt) fleißig zu überhämmern oder durch Druck zu komprimiren (z. B. Walzen, indem man sie paarweise in einem Gestelle gelagert rasch um ihre Achse dreht, und oftmals harte Stahlschienen zwischen denselben durchgehen läßt). — Wenn ein einseitig mit Stahl belegtes eisernes Werkzeug (ein Stechbeitel, Hobeleisen 2c.) beim Härten sich krumm zieht, so entsteht die Konvexität auf der Stahlseite, weil diese sich weniger zusammenzieht; die Eisenseite hingegen wird konkav. Ein so geworfenes Stück läßt sich verbessern, weil man um es gerade zu richten nur auf der Eisenseite vorsichtig zu hämmern braucht, damit auch diese Seite noch etwas ausgedehnt wird. Dieses Richten wird jedoch erst nach dem auf das Härten folgenden Anlassen (S. 8) vorgenommen. Wäre das Stück im Härten auf der Eisenseite konvex geworden — was sich zuweilen doch ereignet — so ist es nicht zu verbessern, weil man hierzu auf der Stahlseite hämmern müßte, wo wegen der Härte des Stahls das Hämmern wirkungslos oder gar gefährlich ist. — In gewissen Fällen, wo nach der Natur des Stücks (z. B. bei Drechsler-Röhren, starken Tischler-Hohleisen, auch wohl bei halbrunden Feilen) das Krummziehen nach einer bestimmten Richtung sicher vorauszusehen ist, läßt man im Schmieden wissentlich das Stück in entgegengesetzter Richtung ein wenig krumm; dann zieht es sich durch das Härten gerade, weil die entstehende Krümmung die schon vorhandene eben aufhebt.

Ein wichtiger Umstand ist die Entstehung von Glühspan beim Härten, welche manche Gegenstände ganz verderben würde, wenn man ihr nicht nach Möglichkeit vorbeugte. Am meisten schadet natürlich der Glühspan, wenn die Oberfläche mit feinen Hervorragungen oder Vertiefungen bedeckt ist, welche unversehrt bleiben sollen; z. B. bei Feilen, gravirten Gegenständen u. dgl.

In solchen Fällen wendet man eine von folgenden Verfahrungsarten an: 1) Man überzieht vor dem Glühen den Stahl mit einem Brei aus Roggenmehl und Kochsalzauflösung, welchen man durch Wärme darauf trocknen läßt. 2) Man wälzt das glühend gemachte Stück vor dem Ablöschen behende in einem Haufen gestoßenen trockenen Kochsalzes um, von welchem sich eine schützende Kruste anhängt. 3) Man überzieht die Stücke vor dem Glühen mit weicher Seife. 4) Man härtet durch Einsetzen, d. h. bringt die Stücke in einer mit Lehm verstrichenen eisenblechernen Büchse unter Kohlenpulver (oder einem fein gepulverten Gemenge von 10 Th. ausgeglühter Holzkohle, 5 Th. Leder- oder Knochenkohle, 1 Th. Glanzruß) zum Glühen und löscht sie wie gewöhnlich ab. In Betreff der Nr. 2 muß man sich erinnern, daß nicht nur Luftzutritt, sondern auch Berührung mit Wasser das glühende Eisen oxydirt.

Das Anlassen oder Nachlassen, auch Ablassen genannt, (recuit, *tempering, letting down)* benimmt, wie schon (S. 8) gesagt, den gehärteten Gegenständen desto

mehr von ihrer Härte und Sprödigkeit, je weiter die Erhitzung fortschreitet. Es ist darum nöthig, einen Maßstab für den Grad der Erhitzung zu haben, und dieser findet sich glücklicher Weise in den so genannten Anlauffarben (couleurs du recuit, *tempering colours).* Erhitzt man ein blankes Stahlstück allmälig, so läuft es nach und nach mit verschiedenen glänzenden Farben an, welche ihren Grund in einer schwachen, fortschreitenden Oxydation der Oberfläche haben. Diese Farben dringen nicht in das Innere, und lassen sich daher leicht wieder abschleifen. Sie stehen ferner in keiner unmittelbaren Beziehung mit der Härte des Stahls; denn auch weicher Stahl, ja Schmiedeisen und Gußeisen (jedoch letztere beide weniger schön) laufen auf gleiche Weise an. Die Farben sind nur eine Folge und ein Kennzeichen der steigenden Hitze, und sogar dieses nicht mit größter Genauigkeit, denn verschiedene Stahlsorten erlangen eine gleiche Farbe bei etwas verschiedenem Hitzegrade; so daß der Arbeiter erst seinen Stahl in dieser Beziehung kennen lernen muß, um ihm mit Sicherheit den beabsichtigten Härtegrad zu ertheilen. Die erste Farbe, welche erscheint, ist die blaßgelbe oder hafergelbe und strohgelbe, und darauf folgen, mit allmäligen Uebergängen, Goldgelb, Dunkelgelb, Morgenroth, Purpurroth, Violett, Dunkelblau, Hellblau, Meergrün, zuletzt Schwarzblau. Sodann wird der Stahl wieder weiß oder hellgrau; einen Augenblick später kommen die Hauptfarben in der nämlichen Ordnung zum zweiten Male, jedoch nur auf sehr kurze Zeit; und endlich geräth der Stahl in's Glühen und wird ganz weich. Es ist ausschließlich die erste Reihe der Anlauffarben, welche beim Nachlassen des gehärteten Stahls benutzt wird. Die gelbe Farbe in ihren verschiedenen Abstufungen wird meist denjenigen Werkzeugen gegeben, welche zur Bearbeitung der Metalle dienen, ferner den chirurgischen Instrumenten, Federmessern 2c. Die purpurrothe, violette oder dunkelblaue Farbe bezeichnet einen Härtegrad, bei welchem der Stahl sich schon einigermaßen gut feilen läßt und eine ausgezeichnete Biegsamkeit und Elastizität besitzt (Federhärte); diese Farben eignen sich daher für Uhrfedern, Holzsägen u. dgl. —

Wenn der Stahl durch Erhitzen eine gewisse Farbe angenommen hat, so bleibt er dabei nicht stehen, auch wenn man ihn sogleich vom Feuer entfernt; denn die in dem Stücke enthaltene Wärme verursacht noch das Erscheinen der nächstfolgenden Farben (der Stahl läuft nach). Man muß daher den Stahl ungesäumt in Wasser abkühlen, sobald die erlangte Farbe erschienen ist; oder ihn ein wenig früher aus der Hitze nehmen, als jene Farbe sich zeigt. Nach dem oben Gesagten erhellt, daß im Allgemeinen z. B. gelb angelassener Stahl härter ist, als blau angelassener; daß aber eine Stahlsorte bei der goldgelben Farbe eben so hart sein kann als eine andere bei der strohgelben, eine Sorte bei der dunkelblauen Farbe eben so hart als eine zweite bei der violetten Farbe u. s. f. Ungleichmäßige Erhitzung oder eine ungleiche innere Beschaffenheit des Stahls ruft auch die Farben an verschiedenen Stellen eines Gegenstandes ungleich schnell hervor, und bewirkt ein fleckiges Ansehen. Es ist nicht ganz leicht, eine größere Oberfläche mit einer einzigen Farbe recht gleichmäßig anlaufen zu lassen. Dies gelingt nur bei dem besten Stahle und bei sehr gleichmäßiger Erhitzung, wie sie fast nie über Kohlenfeuer, viel eher durch Hinziehen des Gegenstandes über ein stark erhitztes oder glühendes Eisenstück, am besten mittelst eines geschmolzenen Metalles, worauf man den Stahl legt, auf glühendem Kohlengestübbe oder in heller Flamme zu erreichen ist. Nachstehende kleine Tabelle enthält die Angabe der vorzüglichsten Anlauffarben und der dazu tauglichen Metallmischungen:

Farbe.	Metallmischung.
Strohgelb	2 Theile Blei, 1 Theil Zinn.
Dunkelgelb	9 „ „ 4 „ „
Purpurroth	3 „ „ 1 „ „
Violett	9 „ „ 2 „ „
Dunkelblau	Blei ohne Zusatz.

Nachdem man die Metallmischung in eine eiserne Pfanne gegossen hat, welche von unten erwärmt werden kann, legt man die Stahlwaren auf das erkaltete Metall und erhitzt dasselbe, bis es auf der Oberfläche zu schmelzen anfängt, worauf man die Stücke wegnimmt und — um das schon erwähnte Nachlaufen zu verhindern — in Wasser ablöscht.

Man hat empfohlen, die vorstehenden oder ähnliche Metallmischungen in kleinen Stückchen auf den Stahl zu legen, wenn er über Kohlenfeuer nachgelassen wird, um aus

dem Schmelzen derselben den Eintritt der erforderlichen Temperatur zu erkennen; allein dieses Mittel ist unsicher und aus mancherlei von selbst verständlichen Gründen für die allgemeine Anwendung wenig geeignet.

Will man viele kleine Eisen- oder Stahl-Stückchen (wie Schrauben, Stifte u. dgl.) mit einander gleichmäßig anlassen, so legt man sie entweder auf eins der erwähnten Metallbäder oder auch nur auf ein von unten zu erhitzendes Eisenblech; oder in eine eisenblecherne Trommel, deren Rauminhalt davon zu $^1/_3$ bis $^1/_2$ gefüllt wird, und welche man dann über Feuer (wie die bekannten drehbaren Kaffeebrenner) so lange als nöthig um die Achse dreht. — Um Stahldraht in großen Längen federhart zu machen, kann man das Anlassen mit dem Härten verbinden und sich einer Vorrichtung bedienen, in welcher der Drahtring auf einen Haspel gelegt ist, von welchem man den Draht in horizontaler Richtung nach einem zweiten Haspel führt, um ihn durch dessen Umdrehung aufzuwickeln. Auf diesem Wege geht der Drahtfaden zwischen zwei in einem Ofen liegenden und glühend erhaltenen Gußeisenplatten von z. B. 1,2 bis 1,5^m Länge, hierauf zwischen zwei ähnlichen, aber mittelst Wasser gekühlten Platten hindurch. Die Platten jedes Paares berühren sich, enthalten aber passende Furchen zur Aufnahme des Drahtes. Ein drittes Plattenpaar ist mäßig erhitzt und dient zum Nachlassen. Statt des mittleren Paares mag man auch einen Wasser- oder Oelbehälter anbringen, um darin die Abkühlung zu bewirken. Eine ähnliche Einrichtung ist zum Härten und Anlassen der Uhrfedern, Crinolinfedern, langen Bandsägenblätter ꝛc. angegeben.[1])

Gegenstände, welche ungefähr eine Härte erhalten sollen, wie sie der dunkelvioletten Anlauffarbe entspricht, können durch das Abbrennen (flamber, *blazing off*) angelassen werden, indem man sie mit Talg beschmiert oder in Oel eintaucht (oder nach dem Härten in Oel oder Talg nur das Abwischen unterläßt) und so lange über Kohlen erhitzt, bis jenes zu brennen anfängt. — Dünne Gegenstände (z. B. Sägenblätter) nehmen gelinde Federhärte an, wenn man sie rothglühend in geschmolzenes Blei taucht, wodurch gleichsam Härten und Nachlassen in einer Operation ausgeführt werden; etwas größere (der gelben Anlauffarbe entsprechende) Härte ist zu erlangen, wenn man Zinn statt des Bleies anwendet.

Wird ein hartes Stahlstück nur theilweise erhitzt, so wird es natürlich auch nur an den erhitzten Stellen weich. An vielen Werkzeugen müssen einzelne Theile nachgelassen, auch wohl ganz weich gemacht werden, z. B. an Feilen die Angel, an Punzen, Meißeln u. dgl. das Ende, worauf mit dem Hammer geschlagen wird (wenn nicht dieses Ende von Eisen und der Stahl nur vorgeschweißt ist), an Sägenblättern die Enden, welche zur Befestigung durchlöchert werden. Bei kurzen und dünnen Stücken wird beim Erhitzen des einen Endes leicht auch das andere so heiß, daß es sich erweicht; man steckt deshalb den Theil, der hart bleiben soll, in einen kalten und feuchten Körper, z. B. in eine saftige Rübe (so bei kleinen Metallbohrern ꝛc.).

Bei Aexten, Beilen und dergleichen größeren Stücken, an welchen der aus Stahl bestehende und zu härtende Theil der Masse nur gering ist, kann das Nachlassen als besondere Arbeit erspart werden, indem man sie nur soweit als der Stahl reicht in das Wasser taucht; nach dem Herausziehen bewirkt die Hitze des uneingetauchten Theils (der aus Eisen besteht) das Nachlassen, worauf man im rechten Zeitpunkte das Ganze im Wasser untertaucht und so der Erweichung ein Ziel setzt. In ähnlicher Art kann man auch ganz stählerne Werkzeuge in einer Hitze härten und anlassen.

Dünne Gegenstände aus Stahl können, wenn sie beim Härten krumm geworden sind, nach dem Anlassen — besonders so lange sie heiß sind — durch vorsichtiges Richten mit dem Hammer gerade gemacht werden, und man ist sehr oft genöthigt, sich dieses Mittels zu bedienen. Die Möglichkeit davon beruht ganz allein auf der durch Anlassen eintretenden Verminderung der Sprödigkeit (S. 9), welche selbst bei nur gelb angelaufenem Stahle schon sehr merklich ist. (Vergl. S. 13.) Ohne Anwendung des Hammers erreicht man bei zarten Stücken den Zweck dadurch, daß man sie durch Hin- und Herziehen der konvexen Seite auf einem heißen Eisenstücke erwärmt und dann eben diese Seite schnell mittelst eines nassen Läppchens kühlt. Das Richten kann mit dem Anlassen selbst verbunden werden, wenn man die Gegenstände scharf anspannt oder zwischen Platten einpreßt[2]) während das Erhitzen stattfindet.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 158, S. 36; Bd. 196, S. 19.
[2]) Polyt. Centr. 1851, S. 657. — Brevets 1844, T. 22, p. 93.

Der chemische Unterschied zwischen Roheisen, Stahl und Schmiedeisen beruht wesentlich darin, daß zwar alle drei Verbindungen des (im Großen nicht darzustellenden) reinen Eisens mit Kohlenstoff sind, daß sie aber denselben in verschiedener Menge enthalten. Der Kohlenstoff-Gehalt beträgt im Roheisen meistentheils zwischen 3 und 5,5 Prozent, im Stahl $^2/_3$ bis an 2 Prozent, im Schmiedeisen höchstens $^1/_2$ oder $^2/_3$ Prozent, meist viel weniger. Graues und weißes Roheisen sind nicht sowohl durch die Menge ihres Kohlenstoff-Gehaltes, als durch den Umstand verschieden, daß im weißen aller oder fast aller Kohlenstoff gleichmäßig durch die ganze Masse in chemischer Verbindung enthalten, dagegen im grauen der größere Theil des Kohlenstoffs der Eisenmasse in kleinen Theilchen (als sogenannter Graphit) mechanisch eingemengt ist; weshalb eine durch Feilen, Schleifen 2c. blank gemachte Fläche von grauem Roheisen mit feinen (oft nur unter der Loupe erkennbaren) schwarzen Pünktchen bedeckt erscheint. Je mehr das Roheisen und der Stahl Kohlenstoff enthalten, desto schmelzbarer sind sie. Bei dem Stahle hat die Vermehrung des Kohlenstoff-Gehaltes und der Schmelzbarkeit einen geringern Grad von Schweißbarkeit, aber die Fähigkeit eine größere Härte anzunehmen, zur Begleitung. Im Roheisen und Stahl ist der Kohlenstoff ein wesentlicher Bestandtheil, durch welchen die Eigenschaften des Materials hauptsächlich hervorgebracht werden; im Schmiedeisen dagegen kann der Kohlenstoff ganz fehlen, und dennoch kann das Eisen sehr gut sein. Im Roheisen sind neben dem Kohlenstoffe immer noch mehr oder weniger kleine Beimischungen anderer fremder Substanzen vorhanden, welche aus dem Eisenerze herrühren und die Beschaffenheit des Eisens modifiziren (Schwefel, Phosphor, Silizium, Mangan, Titan, Chrom, Arsen, Zinn, Antimon, Kupfer, Aluminium, Magnesium, Kalzium). Im Stahle kommen ebenfalls einige dieser zufälligen Verunreinigungen vor, jedoch in geringerer Menge. Gutes Schmiedeisen dagegen sollte nur reines Eisen und eine sehr geringe Menge Kohlenstoff enthalten; ein Rückhalt der oben genannten fremden Stoffe (der in den meisten Sorten sich dennoch findet), ist meist der Güte desselben nachtheilig, wenn er auch so wenig beträgt, daß er nur bei den genauesten chemischen Untersuchungen entdeckt werden kann. Ein Mangan-Gehalt (der im Roheisen wohl bis zu $7^1/_2$ und mehr, im Schmiedeisen bis zu fast 2 Prozent vorkommt, im Stahl, wenn überhaupt vorhanden, stets sehr gering ist) schadet in keiner Weise. Es scheint sogar, daß ein beträchtlicher Mangangehalt (20—30 Prozent) dem Schmiedeisen außergewöhnliche Zähigkeit, dem Stahl die möglichst große Härte zu verleihen vermag. — Wenn Eisen der Wirkung einer Säure ausgesetzt wird, so bleibt, indessen das Metall sich auflöset, Kohlenstoff mit schwarzer Farbe zurück, und ist desto bemerklicher, je größer seine Menge ist. Deshalb erzeugt ein Tropfen Scheidewasser auf Roheisen einen grauschwarzen, auf Stahl einen aschgrauen, auf Schmiedeisen einen weißgrauen Fleck. Sind (wie dies so gewöhnlich der Fall ist) im Schmiedeisen oder Stahl Theile von verschiedenem Kohlenstoff-Gehalte mit einander vermengt, so zeigt die abgefeilte, mit verdünnter Salpeter-, Schwefel- oder Salzsäure bestrichene und wieder abgewaschene Oberfläche, dieser Mengung gemäß, Streifen oder Flecken von hellerer und dunklerer Farbe, welche bei schlechtem Schmiedeisen außerordentlich auffallend sind. Man kann hierauf ein Verfahren gründen, um die Güte des Eisens zu prüfen (S. 8).

Man hat die Menge des Kohlenstoffs gefunden: im grauen Roheisen zu 1,50 bis 6,05, im weißen zu 1,75 bis 5,93 Prozent; durchschnittlich enthält daher weißes Roheisen, verglichen mit dem grauen, nicht weniger Kohlenstoff, so daß im Allgemeinen die Verschiedenheit der Eigenschaften keineswegs von der Größe des Kohlenstoffgehalts herrührt, was schon der Umstand beweist, daß das nämliche Roheisen grau oder weiß erscheinen kann, je nachdem es schnell oder langsam erkaltet ist (S. 5). Die Fähigkeit, durch langsame Abkühlung nach dem Schmelzen grau zu werden, fehlt denjenigen weißen Roheisensorten, welche weniger als etwa 2,3 Prozent Kohlenstoff enthalten. — Nähere Angaben über die Menge des Kohlenstoffs in verschiedenen Roheisengattungen: Spiegeleisen 3,31 bis 5,93; luckiges und blumiges 2,40 bis 5,05; weißgares 1,75 bis 4,12; grelles 2,13 bis 4,20; halbirtes 1,61 bis 4,77; graues 1,50 bis 6,05; schwarzes 3,66 bis 4,33 Prozent. — Im weißen Roheisen überhaupt ist gar kein oder nur ein kleiner Theil (selten mehr als ein Fünftel) des Kohlenstoffgehalts ungebunden, d. h.

mechanisch eingemengt; im grauen beträgt der eingemengte Kohlenstoff meist über die Hälfte und zuweilen bis $^{14}/_{15}$ des gesammten Kohlenstoffgehalts, oder noch mehr. Das halbirte Eisen hält in dieser Beziehung — da es ein Gemenge von grauem und weißem ist — die Mitte zwischen beiden. — Unter den Stahlsorten ist regelmäßig der Gußstahl am kohlenstoffreichsten (1 bis $1^1/_2$ und selbst $1^3/_4$ Prozent), er nimmt deshalb die größte Härte an. Es scheint, daß auch im Stahl nicht selten ein geringer Antheil des Kohlenstoffs nur mechanisch eingemengt auftritt, was nach einigen Untersuchungen sogar beim Schmiedeisen der Fall sein soll. Der Bessemer-Stahl enthält 0,11 bis 1,35 Proz. gänzlich chemisch gebundenen Kohlenstoff. — Einige Chemiker wollten auch Stickstoff (der allerdings bei manchen Analysen gefunden wurde) als wesentlichen, d. h. nothwendigen Bestandtheil von Roheisen und Stahl ansehen; doch ist die Unhaltbarkeit dieser Meinung nachgewiesen.

Nachdem der wesentliche Unterschied zwischen den drei Arten des Eisens in einer ungleichen Beimischung eines und desselben Körpers (des Kohlenstoffs) gegründet ist; so kann es nicht überraschen, daß manche Sorten des Schmiedeisens ziemlich dem Stahle, manche Sorten des Stahls dem Roheisen, und umgekehrt, in ihren Eigenschaften sich nähern; kurz daß die Grenzlinien zwischen Roheisen, Stahl und Schmiedeisen sich mehr oder weniger verwischen, und Mittelglieder oder Uebergänge gefunden werden, deren wahre Klassifikation einigermaßen zweifelhaft ist.

Man hat sich — sowohl was die chemische Zusammensetzung (den Kohlenstoffgehalt) als die davon abhängenden physischen Eigenschaften betrifft — die sämmtlichen Abänderungen des Schmiedeisens, Stahls und Roheisens als Glieder einer einzigen großen Reihe vorzustellen, von welcher die technische Praxis zu ihrer absichtlichen Erzeugung und Verwendung diejenigen ausgewählt und mit den obigen eigenen Namen belegt hat, in denen gewisse nützliche Eigenschaften am entschiedensten ausgesprochen sind, so daß sie für bestimmte Zwecke vorzugsweise tauglich sich darstellen: die Mittel- oder Uebergangsglieder haben zum Theil einen geringern, zum Theil gar keinen industriellen Werth. Das chemisch reine, kohlenstofffreie Eisen ist das Ideal des Schmiedeisens, welches noch bis gegen $^1/_2$ Prozent Kohlenstoff vertragen kann, ohne seine schätzbarste Eigenschaft, die Geschmeidigkeit und Formbarkeit, zu sehr vermindert zu sehen, wiewohl es desto härter ist, je mehr sein Kohlenstoffgehalt steigt, daher die Unterscheidung in weiches (zäheres, biegsameres) und hartes (steiferes) Schmiedeisen. Das Letztere wird, glühend in Wasser abgelöscht, schon etwas härter; aber die Eigenschaft, sich in brauchbarem Grade härten zu lassen, erlangt es erst bei einem Kohlenstoffgehalte von mehr als $^1/_2$ Prozent. Bis zu etwa 0,65 Prozent ist es dann ein im gewöhnlichen Zustande noch sehr geschmeidiger, weicher Stahl, welcher aber nicht der größten Härtung fähig ist und blau angelassen ausgezeichnete Federkraft äußert (Sensen-, Messer-, Sägen- und Feder-Stahl). Die Sorten mit mehr als $^2/_3$ aber höchstens $1^1/_2$ Prozent Kohlenstoff nehmen größere Härte an, sind aber dagegen weniger zäh und elastisch, übrigens noch gut schweißbar (hierzu gehören der Rasirmesser-, Stempel- und Meißelstahl, vom Gußstahl einige Sorten). Bei $1^3/_4$ Proz. Kohlenstoff ist der Stahl nur noch schwierig zu schweißen, aber läßt sich ausgezeichnet härten (der beste, so genannte unschweißbare, Gußstahl). Bei 1,9 bis 2 Proz. hört nicht nur die Schweißbarkeit, sondern selbst auch die Schmiedbarkeit auf: das Produkt zerfällt glühend unter den Hammerschlägen, läßt sich aber kalt noch ausdehnen, und bildet den Uebergang vom Stahl zum weißen Roheisen, oder eigentlich des Letztern kohlenstoffärmste Sorte, welche äußerst hart, nicht sehr spröde, unfähig, durch langsame Abkühlung nach dem Schmelzen grau zu werden, schwerflüssig, zur Gießerei völlig untauglich, als Stahl eben so wenig brauchbar, fast blos zum Verfrischen (Umwandlung in Stahl oder Schmiedeisen) geeignet ist. Dann folgt das kohlenstoffreichere weiße Roheisen, neben welchem die grauen Roheisensorten — mit der Fähigkeit des Uebergangs von dem einen ins andere — herlaufen; in diesem Abschnitte liegen die zur Gießerei dienlichen Eisenarten. Den Schluß der Reihe macht das kohlenstoffreichste Roheisen (Spiegeleisen), welches äußerst hart und spröde, am dickflüssigsten, nur zum Verfrischen anwendbar ist, wie schon ebenfalls das blumige und luckige Roheisen, welche ihm unmittelbar vorausgehen. — Zwischen dem Schmiedeisen und dem guten Stahle stehen auf der Grenze die Eisensorten, welche als gutes Schmiedeisen zu hart, als Stahl noch zu schlecht (nicht genugsam härtungsfähig) sind; zwischen dem Stahle und dem (weißen) Roheisen ein Produkt, welches als eins oder das andere angesehen werden kann, aber zu unmittelbarer Verarbeitung fast keinen Werth hat (stahlartiges Roheisen, wilder Stahl, Willerstahl, acier sauvage).

Nach dem Vorstehenden ist leicht zu begreifen, wie unter geeigneten Umständen eine Art des Eisens in die andere verwandelt werden kann. a. Schmiedeisen wird zu Stahl durch Aufnahme von Kohlenstoff, indem man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlenstoffhaltigen Körpern (Holzkohle, schwarzgebrannten Knochen, Ochsenklauen oder Pferdehufen, verkohlten Hornspänen oder Lederschnitzeln, Feilspänen von grauem Roheisen, Cyaneisenkalium) anhaltend glüht, oder in der Glühhitze mit Kohlenwasserstoffgas in Berührung läßt. b. Aus Schmiedeisen wird Roheisen, wenn man ersteres mit einer genügenden Menge Kohle zum Schmelzen bringt. c. Aus Roheisen bildet sich Schmiedeisen durch Verlust des Kohlenstoffs, bei längerem Schmelzen in Berührung mit einem Luftstrome und mit Eisenoxyden. In diesem Falle verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft und des Eisenoxyds. d. Das Roheisen verwandelt sich in Stahl, wenn die unter c. bezeichnete Behandlung früh genug unterbrochen wird, um noch einen hinlänglichen Theil des Kohlenstoffs in Verbindung mit dem Eisen zu lassen. e. Selbst wenn Roheisen nur unter Luftzutritt längere Zeit im Flusse erhalten wird, erleidet es schon eine ähnliche, nur unvollkommenere, Veränderung, wie die unter d. angeführte, indem es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält, und dem Stahle einigermaßen ähnlich wird. f. Weißes Roheisen in Berührung mit der Luft geglüht, wird durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher den Kohlenstoff zum Theil oxydirt (verbrennt), grau, weich, körnig, und weniger spröd, kurz stahlähnlich. g. Stahl nimmt die Eigenschaften des Schmiedeisens an und verliert die Fähigkeit, sich härten zu lassen, wenn er sehr stark oder zu oft wiederholten Malen geglüht wird. Man sagt dann, der Stahl sei verbrannt (brûlé), und in der That beruht jene Veränderung auf einer mehr oder minder vollständigen Verbrennung des im Stahle enthalten gewesenen Kohlenstoffs. Diese Erfahrung ist den Eisenarbeitern sehr wohl bekannt, die sich deswegen hüten, den Stahl zu überhitzen oder zu oft in das Feuer zu bringen. Von dem wirklichen Verbrennen ist aber die (viel öfter vorkommende) uneigentlich ebenso genannte Veränderung zu unterscheiden, welche in Folge zu starken Glühens durch ein grobkörniges Gefüge und auffallende Mürbheit sich offenbart, ohne daß eine bemerkbare Minderung des Kohlenstoffgehalts eingetreten ist (Ueberhitzen des Stahls, S. 9). h. Der Stahl verliert endlich auch Kohlenstoff und wird weicher, überhaupt dem Schmiedeisen ähnlicher, wenn man ihn zwischen Feilspänen von Schmiedeisen (welche dabei Kohlenstoff aufnehmen) unter Ausschluß der Luft heftig glüht. Hierauf beruht das Entkohlen, Decarbonisiren (décarbonisation, *decarbonizing*) oder Weichmachen (*softening*) der Stahlplatten für den Stahlstich. Solche Platten haben vor Eisenblech den großen Vorzug, daß sie (aus geschmolzenem Stahle, Gußstahl, bereitet) frei von unganzen Stellen sind, und doch eben die Weichheit besitzen können, wie Schmiedeisen.

Neuerdings und besonders seit Verbreitung des Bessemerprozesses neigt sich der Sprachgebrauch mehr und mehr dahin, daß unter Stahl nur diejenigen Eisensorten zu verstehen sind, welchen die Eigenschaft der Hämmerbarkeit zukommt und die einen Schmelzprozeß durchgemacht haben, während als Schmiedeisen alle diejenigen hämmerbaren Eisensorten bezeichnet werden, welche keiner Schmelzung unterlegen haben. Als äußeres Kennzeichen würde daher für den Stahl nur die (auf dem Bruch wahrnehmbare) Homogenität, welche eine Folge des Schmelzprozesses ist, anzusehen sein, während die Härtbarkeit gleichmäßig dem Stahl wie dem Schmiedeisen zukommen oder fehlen kann. Die heutige Industrie liefert im Grunde zwei Reihen von schmiedbaren Eisenprodukten, die einander parallel laufen und sich nur durch ihre Herstellungsweise unterscheiden, wie sich annähernd aus folgender Uebersicht ergiebt:

Kohlenstoffgehalt. Prozent.	Reihe der Schmiedeisen.	Reihe der Stahlsorten.
0 bis 0,15	Gewöhnliches Schmiedeisen	Ganz weicher Stahl.
0,15 bis 0,45	Feinkorneisen	Weicher Stahl
0,45 bis 0,55	Stahlartiges Eisen	Halbweicher Stahl
0,55 bis 1,5	Puddelstahl Cementstahl Steyrischer Stahl	Harter Stahl

Das Eisen findet sich in der Natur in sehr vielen Mineralien; aber zur Gewinnung des Metalles können ausschließlich nur diejenigen Eisenerze gebraucht werden, welche das Eisen im oxydirten Zustande enthalten.

Die verschiedenen in denselben enthaltenen fremden Beimischungen haben wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit und Güte des gewonnenen Eisens.

Die Ausschmelzung der Erze liefert regelmäßig das Eisen in Verbindung mit Kohlenstoff, als Roh- oder Gußeisen. Aus letzterem wird das Schmiedeisen dargestellt. Der Stahl wird theils aus Roheisen, theils aus Schmiedeisen bereitet [1]).

Nur ausnahmsweise wird hin und wieder die Verschmelzung der Erze so geleitet, daß das Produkt direkt eine Art Stahl (acier naturel, *natural steel*), mehr oder weniger von der Beschaffenheit des wilden Stahls (S. 16), oder gar ein unvollkommenes Schmiedeisen ist. Hier muß auch des neuerlich versuchten Verfahrens gedacht werden, gepochtes mit Kokes- oder Anthrazit-Pulver gemengtes Eisenerz durch Glühen in stehenden eisernen Röhren oder auf dem Herde eines Flammofens [2]) zu reduziren und die so gewonnene unzusammenhängende Schmiedeisenmasse im Puddelofen (S. 28) zusammenzuschweißen: es leidet keinen Zweifel, daß diese Methode nur bei sehr reinen Erzen ausführbar sein kann.

A. **Darstellung des Roheisens (Hohofen-Prozeß).** — Die bergmännisch gewonnenen Eisenerze werden auf sehr einfache Weise aufbereitet, nämlich bloß durch Handscheidung (triage à la main) und Klaubarbeit von den tauben (nicht metallhaltigen) Gesteinstücken oder der Gangart getrennt, und in kleinere Stücke zerschlagen. Harte, steinartige Erze werden hierauf in freien Haufen (en tas), oder zwischen Mauern (in sogenannten Röststadeln), oder in Oefen geröstet (griller, grillage, *roasting, calcining*), d. h. der Hitze ausgesetzt, theils um die Stücke mürbe zu machen, theils um flüchtige Stoffe (Wasser, Kohlensäure, Schwefel) auszutreiben. Nach dem Rösten werden die Erze abermals mit Handhämmern zerschlagen, oder statt dessen gepocht, auch wohl in Backenquetschen oder zwischen gußeisernen Walzen (Quetschwerk, machine à broyer, *crushing machine*) zerdrückt, und dabei die nicht gehörig gerösteten Stücke ausgelesen, die man zu einer neuen Röstung bei Seite legt. Jedenfalls wird die Zerkleinerung nur bis zum bröckeligen Zustande getrieben, weil pulverige Erzmassen den Schmelzofen zu dicht anfüllen und darin entweder zu Klumpen zusammen-

---

[1]) Karsten's Metallurgie, Bd. III. und IV. — Dumas, Bd. IV. — Technol. Encykl. Bd. V. und XXII. Artikel: Eisenhüttenkunde; Bd. XV. Art. Stahl. — Karsten's Eisenhüttenkunde, besonders Bd. III. und IV. — C. F. A. Hartmann, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, 2 Abtheilungen, Berlin 1833, 1834. — Le Blanc und Walter, Praktische Eisenhüttenkunde, deutsch bearbeitet von C. Hartmann, 2 Theile und 3 Supplementhefte, Weimar 1837—41; Fortsetzung unter dem Titel: Prakt. Eisenhüttenkunde von C. Hartmann, 3. und 4. Theil, 1843—46. — B. Valerius, Theoret. prakt. Handbuch der Roheisen-Fabrikation, deutsch von C. Hartmann, Freiberg 1851; Ergänzungsheft 1853. — B. Valerius, Theoret. prakt. Handbuch der Stabeisen-Fabrikation, deutsch von C. Hartmann, Freiberg 1845; zwei Ergänzungshefte 1848, 1851. — C. Hartmann, Praktisches Handbuch der Roh- und Stabeisen-Fabrikation. 2. Aufl. Leipzig 1857. — Die Fortschritte des Eisenhüttengewerbes in der neuern Zeit. Von C. Hartmann. 6 Bde. Leipzig 1858—63. — Handbuch der Eisenhüttengewerkskunde. Von C. Hartmann. Leipzig 1860. — Flachat, Barrault und Petiet, die Fabrikation des Eisens. Aus dem Französ. Lüttich und Leipzig 1851. — Das Eisenhüttenwesen in Schweden. Von P. Tunner. Freiberg 1858. — Die Stabeisen- und Stahlbereitung in Frischherden, oder der wohlunterrichtete Hammermeister. Von P. Tunner. 2 Bände. Freiberg 1858. — Metallurgy. Iron and Steel. By John Percy. London 1864. — J. Percy. Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde. Bearbeitet von H. Wedding. Braunschweig 1865. — S. Jordan, Album du Cours de Metallurgie. Paris 1865. — Funk und Winzer, die Georgs-Marienhütte bei Osnabrück, Hannover 1872.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 132, S. 32.

backen oder zwischen den Kohlen durchrutschen würden. Die Erze werden hierauf mit Holzkohlen, Steinkohlen oder Kokes — nur selten und ausnahmsweise unter Mitbenutzung von Holz oder Torf — in dem Hohofen (haut fourneau, *high furnace, blast-furnace*)[1]) verschmolzen. Dieser ist ein, bis gegen 20, zuweilen bis 30 m hoher mit starkem Gemäuer umgebener Schachtofen, dessen innerer Raum (der Kernschacht, cuve, cheminée, *fire-room*) im Wesentlichen die Gestalt zweier, mit den Grundflächen an einander gefügten, abgestutzten Kegel hat. Der untere dieser kegelförmigen Räume ist bedeutend niedriger als der obere. Die oberste Oeffnung des letztern heißt die Gicht (gueulard, *mouth*). Von der Gicht abwärts erweitert sich der Schacht. Die Gegend, wo die Grundflächen der zwei Kegel an einander stoßen, und folglich der Kernschacht den größten Durchmesser hat, wird der Kohlensack (ventre, *belly*) genannt. Die Innenfläche der Ofenwand, von dem Kohlensacke abwärts, (also der untere von jenen beiden hohlen Kegeln) heißt die Rast (étalages, *boshes*). Von dem untern Ende der Rast an zieht sich der Raum noch mehr zusammen, und bildet hier das Gestell (ouvrage, *hearth*), dessen unterster Theil (der Eisenkasten, creuset, *crucible*), das geschmolzene Eisen aufnimmt und mit einem, zum Theil außerhalb des Schachtes befindlichen Raume (dem Vorherde, avant-creuset, *breastpan*) zusammenhängt, so daß auch in dem letztern das Eisen sich verbreitet. Vorn oder außen wird der Vorherd durch den Wallstein (dame, *dam*) begrenzt, in welchem ein Spalt (der Stich, das Stichloch, oeil, trou de coulée, *tap hole, tapping hole*) angebracht wird. Während des Schmelzens ist das Stichloch mit Gestübbe verstopft, und nur um das Eisen abzulassen wird dasselbe aufgestoßen. In den Raum des Gestelles über dem Eisenkasten führen zwei einander gegenüber befindliche Oeffnungen, durch welche von Kasten- oder Zylindergebläsen der Wind in den Ofen geführt wird (die Formen, tuyères, *twyers*). Der Theil des Gestells über den Formen, bis zum untern Anfange der Rast, heißt das Obergestell; der Theil unter den Formen (bis zur Sohle oder zum Boden des Eisenkastens) das Untergestell. Der Schmelzraum ist die Gegend in der Höhe der Formen, wo die größte Hitze herrscht und die Ausschmelzung des Eisens beendigt wird. Die vordere Seite des Gestells, wo der Vorherd sich befindet, führt den Namen Brust (poitrine, *breast*). Das Gestell wird aus feuerfesten behauenen Sandsteinen, Gneis, Talkschiefer 2c. aufgesetzt (Steingestell) oder aus feuerfestem mit Quarzsand vermengtem Thone gestampft (Massegestell). Der Kernschacht wird ebenfalls aus Bruchsteinen, der obere Theil desselben (in welchem die Hitze geringer ist) aus Ziegeln gebildet. Die äußerste Umfassung des Ofens ist das Rauhgemäuer (der Mantel, manteau, *mantle*), welches von Bruchsteinen oder Ziegeln aufgeführt wird und mittelst durchgehender starker Eisenstangen Befestigung erhält. In demselben sind Gewölbe angebracht, welche bis an den Kernschacht zu den Formen (Formgewölbe, encorbellement des soufflets, *twyer arch*) und zum Vorherde führen (Arbeitsgewölbe, encorbellement de la tympe, *tymp arch, working arch, fold, fauld*). Das Mauerwerk zwischen Rauhgemäuer und Kernschacht (der Rauhschacht, chemise, muraillement, *rough-walling, outside-building*) läßt Zwischenräume (Füllungen), welche entweder leer gelassen oder mit schlechten Wärmeleitern, als Schlacken u. dgl. gefüllt werden.

Der neu aufgeführte, oder nach längerer Gebrauchszeit im Gestelle ausgebesserte (zugestellte) Hohofen wird langsam und vorsichtig angewärmt, indem man in das Gestell Feuer macht, den Kernschacht durch die Gicht mit Kohlen füllt, und das Gebläse in Gang setzt. Fernerhin wird schichtenweise (in sogenannten Gichten, charges, *charges*) abwechselnd die Kohle und die Beschickung in dem Maße durch die Gichtöffnung aufgegeben, als der Inhalt im Ofen niedersinkt, so daß letzterer stets bis zur

---

[1]) Kunst- und Gewerbeblatt, 1850, S. 403. — Polyt. Journ., Bd. 144, S. 265, 338. — Hütte, 1860, Taf. 35; 1861, Taf. 15 a—r; 1862, Taf. 4; 1865, Taf. 8; 1871, Taf. 4. — Wiebe Skizzenb. Heft 2, Taf. 1, 2. — Génie ind. T. 26, p. 36. — Jobard, Bulletin, T. 42, p. 1. — Armg. Publ. ind. T. XVII., p. 332. — Polyt. Centr. 1867, S. 732; 1870, S. 1681.

Gicht gefüllt bleibt. Unter dem Namen **Beschickung** versteht man das Erz, welchem — um die damit vermengte Gangart vollkommener in Fluß zu bringen — mehr oder weniger von solchen **Zuschlägen** oder **Flüssen** (fondant, *flux*) zugesetzt wird, welche jenen Zweck befördern. Die Zuschläge müssen von verschiedener Art sein, je nachdem die Gangart des Erzes beschaffen ist: man gebraucht Kalkstein, Flußspath, Quarz, Thon, Mergel u. s. w. Das Erz erhitzt sich beim allmäligen Niedergehen durch den Ofen, und wird bei seinem Vorrücken gegen den Schmelzraum reduzirt, d. h. der Sauerstoff des Eisenoxydes verbindet sich mit der Kohle und entweicht als **Kohlenoxydgas**, während das Eisen, mit Kohlenstoff verbunden, als geschmolzenes Roheisen hinabtropft, und sich in dem Eisenkasten und Vorherde sammelt. Zu gleicher Zeit schmelzen die Erden der Gangart mit den Zuschlägen, und bilden die **Schlacke** (scorie, laitier, *slag, cinders*), eine glasartige Masse, welche über den Wallstein von selbst abfließt oder abgezogen wird. Wenn sich eine hinlängliche Menge Eisen gesammelt hat, wird es aus dem Vorherde durch Oeffnen des Stichloches **abgestochen**, oder zur Gießerei mit eisernen Kellen ausgeschöpft. Das Abstechen (**Abstich**, coulée, *running off, tapping*) kann in 24 Stunden 1, 2 oder 3 Mal Statt finden. Der Betrieb eines Ofens dauert ununterbrochen durch mehrere Jahre (15 Monate bis zu 5 oder 8, in einzelnen Fällen selbst 20 Jahr, bei Holzkohlenbeschickung im Allgemeinen kürzer als bei Anwendung von Kokes), bis eine Ausbesserung nöthig wird. Wenn eine solche **Kampagne** zu Ende ist, wird der Ofen **ausgeblasen** (mettre hors, *to blow-down*), indem man zuletzt bloß Kohle (ohne Erz) aufgibt bis alles Erz durchgegangen ist, und damit den Ofen erkalten läßt. Die Beschaffenheit des erzeugten Eisens und der Schlacke, woran man den **Gang** (allure, *working*) des Ofens erkennt, hängt, für einen und denselben Ofen, ab von der Beschaffenheit des Erzes, von der Art und Menge der Zuschläge, dem Verhältnisse zwischen der Menge der Kohlen und des Erzes, der Stärke des Windes. Hiernach ist der im Ofen erzeugte Hitzgrad, so wie die Art und Menge fremder Beimischungen, welche das Eisen aufnimmt, verschieden; und es ist die nicht leichte Aufgabe des Hüttenmannes, diese Umstände so viel als möglich in seiner Gewalt zu haben. Man sagt der Ofen sei in **gutem** oder **garem Gange** (**Gargang**, allure régulière, *healthy state*), wenn die Reduktion des Erzes vollständig ist und ein (weißes oder graues) Eisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalte entsteht, und unterscheidet im Besondern nach dem höhern oder geringern Hitzgrade den **heißen, hitzigen Gang** (allure chaude, *hot working*), welcher graues Eisen liefert, und den **kalten Gang** (allure froide, *cold working*), wobei weißes Eisen sich erzeugt. Dagegen entsteht beim **Rohgange** (**rohen, scharfen** oder **übersetzten Gange**, allure irrégulière, *irregular working*), welcher gewöhnlich in einem Uebermaße der Erzbeschickung gegen die Kohlen begründet ist, unter unvollständiger Reduktion ein an Kohlenstoff armes weißes Eisen und eine stark eisenhaltige Schlacke.

Die **Hohofenschlacken** werden zu mancherlei Zwecken [1]) benutzt, namentlich zur Bereitung einer Töpferglasur und des grünen Bouteillenglases; in eiserne Formen zur Gestalt großer Mauerziegel gegossen, hat man sie statt dieser letzteren angewendet (**Schlackensteine**); gepocht dienen sie als Bausand, zum Besanden der Wege ꝛc. In dem hierzu erforderlichen körnigen Zustande erhält man sie ohne mechanische Arbeit, wenn man die flüssige Schlacke direkt aus dem Hohofen, zusammen mit einem Wasserstrome, durch eine Rinne in einen Sammelbehälter laufen läßt, wobei die plötzliche Abkühlung das Zerspringen in kleine Theile veranlaßt. Langsames Erkalten bei hohem Druck erhöht zuweilen die Festigkeit der Schlacken in solchem Maße, daß ihre Anwendung als Chaussee-Baumaterial zuläßig wird. Zertheilt man die noch flüssige Schlacke mittelst eines kräftigen Luftstromes, so erhärtet sie in Form einer feinfasrigen Masse (**Schlackenwolle**), deren Anwendung zur Umhüllung von Dampfleitungsröhren mit Erfolg geschehen ist.

Von großer Wichtigkeit ist die Erfahrung, daß eine bedeutende Ersparung an Kohlen und eine Vermehrung der Eisenproduktion entsteht, wenn die Gebläseluft vor ihrem Eintritte in den Ofen (auf 130 bis 600° C.) erhitzt wird. Diese Erhitzung wird in weiten eisernen Röhren bewirkt, durch welche die Luft streicht, und welche man entweder über

---

[1]) Ztschr. d. Ing. 1868, S. 31. — Polyt. Journ. Bd. 186, S. 333.

der Gichtflamme des Hohofens selbst, oder in besonders dazu angebrachten Oefen mittelst Steinkohlenklein ꝛc. heizt[1]).

Das bei heißem Winde gewonnene, heiß erblasene Eisen *(hot blast iron)* enthält unter übrigens gleichen Umständen mehr Kohlenstoff und mehr Silizium als das von kalter Windführung (das kalt erblasene, *cold blast iron)*; auch ist in der Regel das erstere weniger fest (mürber), daher minder geschätzt. — Sofern das Roheisen nicht aus dem Hohofen vergossen, sondern zum Umschmelzen für die Gießerei oder zum Frischen (zur Verarbeitung auf Stahl oder Schmiedeisen) bestimmt wird, läßt man es beim Abstechen in Formen von Sand und Kohlenstaub laufen, worin es die Gestalt muldenförmiger Blöcke (Flossen, saumons, *pigs)* oder dicker Stäbe (Barren, Gänze, gueuses) annimmt; oder man bildet daraus Platten (Blatteln, blettes), indem man das in einer Grube gesammelte Eisen mit Wasser begießt, die erstarrte Kruste abhebt (Blattelheben), und dies bis zur Aufarbeitung der Masse wiederholt. Zuweilen läßt man das Metall in eine große flache Vertiefung auf dem mit Sand bedeckten Boden des Hüttenraums fließen, worauf es durch aufgegossenes Wasser abgeschreckt und mittelst großer Hämmer oder einer aus der Höhe herabfallenden schweren eisernen Kugel in Stücke zerschlagen wird. Das in den Hohofen-Schlacken körnerförmig eingeschlossene Eisen wird, wenn dessen Menge die Arbeit lohnt, durch Pochen und Schlämmen (Waschen) gewonnen: Wascheisen. — Zur Erzeugung von 100kg Roheisen sind 70 bis 300kg Holzkohlen, oder 85 bis 500kg Kokes, oder 150 bis 450kg Steinkohle (diese stets mit heißem Winde) erforderlich. In den besten und größten englischen Hohöfen mit sehr stark erhitztem Wind verbraucht man nicht über 112kg Kokes. Der Brennstoffaufwand ist für graues Roheisen etwas größer als für weißes, im Allgemeinen desto größer, je schwerschmelzender und eisenreicher die Erze sind, auch in niedrigen Oefen größer als in hohen. Dagegen zeigt sich, bei sorgfältigem Betriebe, eine merkwürdige Uebereinstimmung des Verhältnisses zwischen dem Gewichte des verbrauchten Brennstoffs und dem Gewichte der Beschickung, Möllerung (d. h. Erz und Zuschläge zusammengenommen), indem auf 100kg Beschickung sehr regelmäßig 36 bis 39kg Holzkohlen oder 38 bis 43kg Kokes erforderlich sind. — Ein Hohofen liefert, je nach Größe und Betriebsweise, wöchentlich 500 bis 10000 Zentner Roheisen.

Die in den Hohöfen aus dem Brennmaterial entwickelten Gase sind zu großem Theile brennbar und bilden, indem sie aus der Gicht abziehend im glühend heißen Zustande mit der Atmosphäre in Berührung kommen, die sehr bedeutende Gichtflamme. Es ist schon erwähnt, wie man zum Theil diese Flamme zur Erhitzung der Gebläseluft benutzt; eine weit ausgedehntere und wichtigere Anwendung der Hohofengase (Gichtgase) hat man aber dadurch erreicht, daß man sie unentzündet unterhalb der (alsdann verschlossenen) Gicht seitwärts (durch gemauerte Kanäle oder weite eiserne Röhren) aus dem Ofenschachte ableitet[2]) und zur Erhitzung des Gebläsewindes für die Hohöfen selbst[3]) oder zu Heizungen für andere Zwecke des Hüttenwesens (Umschmelzherde, Frischfeuer, Glühöfen ꝛc.) gebraucht. Man ist sogar noch weiter gegangen und bereitet öfter zu gedachten Zwecken brennbares Gas eigens aus Torf, Steinkohlenklein oder Braunkohle in besonderen Oefen (Gas-Generator, gazéificateur, *generator-furnace)*, weil die Heizung mit Gas manche Vortheile gegen die direkte Anwendung eines festen Brennstoffes gewährt[4]). Die Hoh-

---

1) Ueber den Betrieb der Hohöfen ꝛc. mit erhitzter Gebläseluft. Von C. Hartmann. 6 Hefte, 8. Quedlinburg u. Leipzig, 1834—41. — v. Herder, die Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. Herausgegeben von F. Th. Merbach. Leipzig 1840. — Kunst- und Gewerbeblatt, 1850, S. 410. — Polyt. Centr. 1851, S. 289. — Brevets LXXVIII. 10. — Génie ind. XI. 52; XXII. 123. — Polyt. Journ. Bd. 127, S. 261. Bd. 146, S. 203; Bd. 162, S. 270; Bd. 201, S. 114; Bd. 198, S. 131. — Jobard, Bulletin, T. 39, p. 16. — J. Lowthian Bell, Ueber die Entwicklung und Verwendung der Wärme in Eisenhohöfen von verschiedenen Dimensionen. Deutsch von P. Tunner. Leipzig 1870.

2) Zeitschr. d. Ing. 1858, S. 14, 286; 1861, S. 303; 1862, S. 459; 1863, S. 433.

3) Armengaud, VIII. 260.

4) C. Hartmann, Ueber den Eisenhüttenbetrieb mit den aus den Hohöfen ꝛc. entweichenden und aus festen Brennmaterialien erzeugten Gasen. 8. Quedlinburg und Leipzig, 3 Hefte, 1844—50. — C. Zerrenner, Einführung, Fortschritt und Jetztstand der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthum Oesterreich. Wien,

ofengase sind bei verschiedenen Oefen, und auch in verschiedener Höhe unter der Gicht bei demselben Ofen, von verschiedener Zusammensetzung, enthalten in 100 Raumtheilen des trockenen (d. h. bei der Analyse von Wasserdampf befreiten) Gemenges an brennbaren Gasarten zusammen 16 bis 49 Raumtheile. —

Hier muß der Vorschlag erwähnt werden, die Reduktion der Eisenerze ohne Schmelzung oder Sinterung in einem Schachtofen, und das dann als besondere Operation folgende Schmelzen zu Roheisen entweder im Hohofen oder in einem Flammofen mit Gasheizung zu bewirken[1]).

B. **Darstellung des Schmiedeisens aus dem Roheisen** (Frischen, Frischprozeß, **affinage**, *refining.*) — Zum Frischen, d. h. zur Umwandlung in Schmiedeisen, eignet sich vorzugsweise das weiße Roheisen, weil es vor dem Schmelzen sich erweicht und einen gleichsam teigartigen Zustand annimmt, der für das Verfahren beim Frischen sehr wichtig und günstig ist, beim grauen Roheisen aber nicht in dem Maße eintritt. Unter den Abänderungen des weißen Roheisens sind wieder jene mit geringerem Kohlenstoff-Gehalte, welche schon gewissermaßen eine Annäherung zum Stahle zeigen, am tauglichsten. Graues Roheisen wird deshalb gewöhnlich (wenn man es überhaupt verfrischt) einer Vorbereitung unterworfen, welche darin besteht, daß man es auf eine der folgenden Arten in weißes Roheisen verwandelt (Weißmachen, Weißen): a. durch Ablöschen des aus dem Hohofen fließenden Eisens mit Wasser, was aber nur eine sehr unvollkommene Wirkung hat; b. durch Körnen oder Granuliren, indem man das Eisen in einem dünnen Strome in (durch Rühren) stark bewegtes Wasser fließen läßt, wobei es sich in kleine Klumpen verwandelt, welche vollständiger durch und durch weiß werden; c. dadurch, daß man es in eine vor dem Hohofen im Sande gemachte Grube leitet, es mit Wasser begießt, die erstarrte Oberfläche als eine Scheibe abhebt, und dieses Verfahren (Scheibenreißen, Blattelheben, S. 21) immer wiederholt. Die Scheiben werden sodann gewöhnlich gebraten (rôtir, rôtissage), d. h. durch zwölfstündiges mäßiges Glühen unter Luftzutritt, in eigenen Bratöfen oder Bratherden, eines Theils ihres Kohlenstoffs beraubt; d. durch Umschmelzen (Hartzerrennen, mazéage, mazage) in einem Herde (Hartzerrennherd) und darauf folgendes Scheibenreißen. Durch das Umschmelzen wird vorzüglich die Oxydation und Abscheidung des Mangans und Siliziums bewirkt; e. durch Umschmelzen mit gleichzeitiger Einwirkung eines Windstromes (allenfalls auch noch eines Wasserdampfstromes) auf das geschmolzene Eisen, um einen Theil des Kohlenstoffs zu verbrennen, Weißen, Feinen, finage, *fining*, *refining* (in Flammöfen, sogenannten Raffinir- oder Feineisen-Feuern, Weißöfen, finerie, fourneau d'affinerie, *refinery furnace*, *running-out fire*, *run-out furnace*,[2]), deren Erzeugniß alsdann Feineisen, Feinmetall, mazée, fin metal, *fine iron*, *fine metal*, genannt wird). Bei letzterwähnter, auch für die gewöhnlichen (kohlenstoffreicheren) Sorten des weißen Roheisens üblichen Behandlung gehen, in Folge nicht unbedeutender Eisenoxydation, etwa 10 bis 15 Prozent vom Gewichte des Roheisens ab, und die Operation erfordert auf 100^{kg} Roheisen 20 bis 32^{kg} Kokes.

Das Frischen selbst (auch Weichzerrennen genannt, insofern das Roheisen durch Hartzerrennen vorbereitet ist) beruht auf einer Oxydation oder Verbrennung des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffs, wozu man zwei Mittel anwendet, nämlich die

---

1856. — F. Steinmann, Kompendium der Gasfeuerung in ihrer Anwendung auf die Hütteninduſtrie, Freiberg 1868. — M. F. Krans, Etude sur le four à gaz et à chaleur régénérée de M. Siemens. Bruxelles 1869. — Polyt. Centr. 1851, S. 469, 553. — Polyt. Journ., Bd. 120, S. 272, 338. — Hütte, 1855, Taf. 4.

[1]) A. Gurlt, Die Roheisenerzeugung mit Gas, oder die Verhüttung der Eisenerze mit direkter Benutzung des Brennmaterials. Freiberg 1857. — Armengaud, VIII. 3.

[2]) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858) S. 80. — Polyt. Journ., Bd. 147, S. 292; Bd. 148, S. 409; Bd. 153, S. 138; Bd. 174, S. 32. — Polyt. Centr. 1858, S. 666; 1862, S. 967; 1864, S. 1640.

Wirkung eines starken Luft- oder Windstromes und die Zumischung von Frischschlacken, welche viel Eisenoxydoxydul enthalten, dessen Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff verbindet. Es wird entweder in Frischherden (Frischfeuern, forge, *forge*) oder in Flammöfen (Puddlingofen, Puddelofen, fourneau à puddler, *puddling furnace)* vorgenommen.

a) Das Frischen im Herde (Herdfrischerei[1]) wird mit Holzkohlen (hin und wieder mit getrocknetem oder gedörrtem Holze) verrichtet, und liefert meistentheils ein reineres und zäheres Eisen als das Ofenfrischen. Der Frischherd ist eine große Esse mit zwei Blasbälgen, in welcher der Raum zur Aufnahme des Eisens durch Kohlenlösche (fraisil) oder (öfter) durch einen von gußeisernen Platten (Zacken, Frischzacken, taques) zusammengesetzten Kasten oder Tümpel (foyer, creuset) abgegrenzt wird. Man füllt den Tümpel mit Kohlen, läßt die Blasbälge an, und bringt nun einen Roheisenblock (eine sogenannte Eisenganz, Ganz, gueuse, *pig*, S. 21, welche 75 bis 150^{kg} wiegt) auf den Punkt der größten Hitze vor dem Winde. Der Luftstrom oxydirt hier einen Theil des Eisens, während schon etwas Kohlenstoff aus demselben verbrennt. Das Eisen fließt, sowie man die Ganz weiter in das Feuer rückt, allmälig in den Tümpel hinab und stellt nun ein fast teigartiges Gemenge von oxydirtem und von kohlenstoffhaltigem Eisen dar. Die Bestandtheile dieses Gemenges wirken auf einander ein, indem sich der Sauerstoff des oxydirten Theils mit dem Kohlenstoffe der übrigen Masse vereinigt und Kohlenoxydgas bildet, welches verbrennt. Die Masse wird dann ein Mal oder öfter aufgebrochen, d. h. mit Hülfe von Brechstangen aufgehoben, und neuerdings vor dem Winde eingeschmolzen. Das seines Kohlenstoffs beraubte Eisen büßt die Schmelzbarkeit ein in dem Maße, wie das Frischen fortschreitet, und bildet endlich nur noch einen weichen Klumpen von Schmiedeisen, eine sogenannte Luppe (Frischluppe, loupe, *bloom)*, welche aus dem Feuer gezogen und unter einem vom Wasser bewegten großen Hammer ausgeschmiedet wird. Während des Frischens ist ein Theil des oxydirten Eisens mit Kieselerde, Thonerde u. s. w. (welche letztere durch Oxydation des im Roheisen enthaltenen Siliziums, Aluminiums 2c. entstanden sind) zu einer Schlacke (Frischschlacke, *refining cinders)* geschmolzen. Theile dieser Schlacke sind im Innern der Luppe eingeschlossen, müssen durch den Hammer ausgepreßt werden, und verursachen, wo sie nicht vollständig entfernt werden, unganze Stellen im Schmiedeisen. Von der richtigen Leitung des Frischprozesses hängt es ab, ob in dem gefrischten Eisen (Schmiedeisen) der übrig gebliebene Kohlenstoffgehalt das gehörige Maß nicht überschreitet und auch so gleichmäßig als möglich darin verbreitet ist; Fehler in letzterer Beziehung erzeugen eingemengte harte oder gar rohe Stellen.

b) Das Frischen im Flammofen ist die sogenannte Puddling-Arbeit (Puddeln, Ofenfrischerei, puddler, puddlage, *puddling)*[2]). Der Herd des Puddelofens wird aus feuerfesten Ziegeln oder einer gußeisernen Platte gebildet, und mit Sand oder Eisenhammerschlag oder gepochter Frischschlacke 100—150^{mm} hoch bedeckt. Drei bis fünf Zentner Roheisen werden eingesetzt, durch die darüber streichende Flamme des in dem Feuerherde brennenden Steinkohlenfeuers geschmolzen, und nun so lange — während bei ganz oder fast ganz eingestelltem Feuerzuge nur ein mäßiger Strom warmer Luft darüber zieht — mit eisernen Spießen durchgearbeitet und gewendet, bis das Eisen steif wird und sich in lauter kleine Brocken und Körner zertheilt; worauf man unter wieder verstärkter Hitze durch Kneten und Rollen es in mehrere rundliche

---

1) Wiebe, Handbuch, I. 89.

2) Kunst- und Gewerbe-Blatt, 1836, S. 325. — Polyt. Journ., Bd. 129, S. 423; Bd. 141, S. 102. — Polyt. Centr. 1853, S. 1358; 1854, S. 799; 1856, S. 1382; 1862, S. 970; 1871, S. 1425; 1872, S. 1144. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, I. 83. — Hütte, 1856, Taf. 8i; 1861, Taf. 16h; 1864, Taf. 25. — Wiebe Skizzenb. Heft 20, Taf. 5. — Armengaud, XI. 363; XV. 91. — Génie ind. T. 18, p. 323. — Jobard, Bulletin, T. 42, p. 9.

Klumpen *(balls)* von etwa 30kg formt, und diese zum Herauspressen der Schlacken unter den großen Hammer oder eine Quetschmaschine *(squeezer)* bringt. — Zu Verrichtung des für die Arbeiter sehr anstrengenden Rührens ist ein mechanischer Apparat (Puddelmaschine, mechanischer Puddler, puddleur mécanique)[1]) angegeben worden. Auch hat man die Anordnung mit Erfolg ausgebildet, dem Ofen die Gestalt eines hohlen Rotationskörpers zu geben und ihn während der ganzen Puddelarbeit in drehender Bewegung zu erhalten (rotirende Puddelöfen)[2]).

In 1¾ bis 2½ Stunden ist die Behandlung eines Einsatzes oder einer Beschickung (charge, *charge*) beendigt; man kann daher in 24 Stunden den Ofen 8 bis 13 Mal beschicken und 1500 bis 2000kg Roheisen verfrischen. Aus 1000kg Feineisen (S. 22) werden, unter Verbrauch von 700 bis 1200kg Steinkohle, 885 bis 940kg ziemlich schlackenfreie Luppen (*balls*) gewonnen, welche durch Ausschmieden und Auswalzen 700 bis 800kg Stabeisen geben. Aus 1000kg ungefeinten weißen Roheisens erfolgen, mit Anwendung von 1400 bis 1500kg Steinkohle, etwa 850 bis 900kg Luppen; graues Roheisen ohne Vorbereitung gepuddelt giebt aus 1000kg höchstens 800 bis 830kg Luppen. Aus 1000kg Luppen gewinnt man bei der weiteren Bearbeitung durchschnittlich 840kg Stabeisen. Dem direkt verfrischten (nicht vorläufig umgeschmolzenen und weiß gemachten) kohlenstoffreichen grauen Roheisen setzt man im Puddelofen zur Beförderung der Gare Hammerschlag und Frischschlacke von einem vorausgegangenen Puddeln zu (Schlackenfrischen). — Vortheilhaft ist es, einen Strom (gewöhnlichen oder überhitzten) Wasserdampf auf oder durch das im Puddelofen geschmolzene Roheisen zu leiten[3]), wobei Wasserzersetzung eintritt und sowohl der Sauerstoff oxydirend als der Wasserstoff durch Bildung von Kohlenwasserstoffgas wirkt. Auch ist die Zuführung oxydirender Gebläseluft zu dem geschmolzenen Eisen mittelst hohler Gezähe in Anwendung gekommen (Richardson's Prozeß)[4]). — Die Feuerung der Puddelöfen wird vortheilhaft mit Hohofengas oder dem durch unvollkommene Verbrennung von Braunkohlenklein oder Torf erzeugten entzündlichen Gasgemenge (S. 21), statt durch die direkte Steinkohlenflamme betrieben, indem man jene Gase mit einem zugeleiteten Strome stark erhitzter atmosphärischer Luft in dem Puddelofen verbrennen läßt (Gaspuddeln, Gasfrischen, puddlage au gaz, *gas-puddling)*[5]). — Von Roheisen aus mit Holzkohle betriebenen Hohöfen gewinnt man entschieden besseres (zäheres) Schmiedeisen, als von Kokes-Roheisen; der Wohlfeilheit wegen ist aber letzterer Weg der jetzt überwiegend gebräuchliche. Besonders geschmeidiges und zähes Schmiedeisen soll durch das Puddeln erzielt werden, wenn man vorläufig das Roheisen mit Stahl zusammenschmelzt.

C. **Stahlfabrikation**[6]). — Der Stahl wird entweder aus Roheisen durch theilweise Entziehung des Kohlenstoffs, oder aus Schmiedeisen durch Verbindung mit Kohlenstoff dargestellt. Auf dem einen wie auf dem andern Wege geht er entweder als ungeschmolzene Masse oder in geschmolzenem Zustande hervor. Wenn ersteres der Fall ist, so bildet der Stahl in der Gestalt, wie unmittelbar die Fabrikation ihn liefert, ein unvollkommenes Produkt, indem er theils nicht frei von unganzen Stellen gewonnen wird, theils mit dem Kohlenstoffe auf eine ungleichförmige Weise verbunden ist, sodaß er härtere (kohlenstoffreichere) und weichere (kohlenstoffärmere) Theile im Gemenge enthält.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 168, S. 375; Bd. 204, S. 287; Bd. 206, S. 1. — Polyt. Centr. 1863, S. 1567; 1864, S. 1296; 1870, S. 1615; 1872, S. 310. — Brevets 1844, T. 41, p. 99. — Zeitschr. d. Ing. 1864, S. 459; 1867, S. 107.

[2]) Zeitschr. d. Ing. 1872, S. 297; 1873, S. 504, 510. — J. J. Bodmer, Mittheilungen über das mechanische Puddeln nach Danks. Wien 1872. — Polyt. Journ. Bd. 203, S. 277. — Polyt. Centr. 1872, S. 863.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 349.

[4]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 94.

[5]) Polyt. Centr. 1851, S. 627; 1872, S. 145. — Polyt. Journ., Bd. 120, S. 345. — Bulletin d'Encouragement, 1856, p. 781; 1862, p. 731. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1856, S. 165. — Mittheilungen 1863, S. 51. — Hütte, 1860, Taf. 18; 1861, Taf. 16 d, e. — Armengaud, XIII. 412; XV. 91, 302.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 91, S. 443; Bd. 92, S. 19, 99.

Ohne weitere Zubereitungen können daher solche Stahlgattungen nur zu gröberen und größeren Arbeiten angewendet werden; für alle übrigen Zwecke muß man sie einer Verfeinerung unterwerfen. Diese besteht entweder im Raffiniren, wodurch der raffinirte Stahl erzeugt wird, oder im Schmelzen, welches den Gußstahl liefert. Zu letzterem gehören auch alle diejenigen Stahle, die schon durch den Bereitungsprozeß aus Roheisen oder Schmiedeisen geschmolzen hervorgehen. Das Folgende wird sich also zu beschäftigen haben mit 1) der Bereitung ungeschmolzenen Stahls aus Roheisen, 2) der Bereitung ungeschmolzenen Stahls aus Schmiedeisen, 3) der Stahlraffinirung, 4) dem Gußstahl.

1) Ungeschmolzener Stahl aus Roheisen. Es gehören hierzu der Rohstahl, Puddelstahl und Glühstahl.

a. Rohstahl (gefrischter Stahl, Frischstahl, Schmelzstahl, Mock, acier brut, acier de fonte, acier de forge, acier naturel in uneigentlichem Sinne, acier d'Allemagne, *rough steel*, *furnace steel*, *german steel*). — Die Bereitung des Rohstahls (das Stahlfrischen, Stahlzerrennen) geschieht in einem Frischherde mittelst Holzkohlen wie die Bereitung des Schmiedeisens (S. 23), und stimmt überhaupt mit letzterer in den Hauptpunkten überein; nur muß dabei die Einwirkung des Windes auf das schmelzende Roheisen gemäßigt werden, um nicht zu viel Kohlenstoff zu verbrennen, und zu gleichem Behufe treten auch noch einige andere Modifikationen in den Einzelheiten des Verfahrens ein.

Die gefrischte Masse (der Stahlschrei) wird zu Stäben ausgeschmiedet oder gewalzt, und, je nachdem diese dicker oder dünner dargestellt werden, beträgt der Kohlenverbrauch für das Frischen und Ausstrecken zusammen auf 100kg Stahl 150 bis 400kg. Das weiße manganhaltige Roheisen mit großblätterigem Bruche (Spiegeleisen) hält man gewöhnlich für das tauglichste zum Stahlfrischen, doch werden auch andere weiße und selbst graue Sorten angewendet (aber ausschließlich mittelst Holzkohlen erzeugte). Man erhält aus 100kg Roheisen 66 bis 75kg Stahl in Stäben, und ein Feuer liefert wöchentlich 25 bis 50 Zentner.

b. Puddelstahl (Puddlingstahl, acier puddlé, *puddling steel*). — Nach neuerer Art wird die Stahlfrischerei im Flammofen (Puddelofen, S. 23) mittelst Steinkohlenfeuerung ausgeführt, wodurch die Möglichkeit einer mehr in's Große getriebenen und wohlfeilern Fabrikation gegeben ist[1]). Um aber hier nicht die Entkohlung zu weit zu treiben und statt Stahl entweder Schmiedeisen oder gar ein unbrauchbares Mittelding zwischen beiden zu gewinnen, muß der Arbeitsgang mit großer Aufmerksamkeit geleitet, die Hitze nicht zu sehr gesteigert und die Behandlung im richtigen Zeitpunkte beendigt werden. Das Puddeln mittelst der Gasflamme kann auch hier Anwendung finden[2]).

Eine weiche (kohlenstoffarme) Sorte Puddelstahl wird unter dem Namen Feinkorneisen (fins-grains, *steely iron, close-grained iron*) in den Handel gebracht und zu Anwendungen, welche eine große Festigkeit verlangen, sehr geschätzt; dieses Material hat völlig stahlartigen körnigen Bruch, läßt sich härten und wird dadurch noch feinkörniger, nimmt aber nur einen sehr mäßigen Grad von Härte an.

c. Glühstahl. — Zur Umwandlung des (weißen) Roheisens in Stahl kann man selbst ohne Schmelzen des ersteren gelangen, indem man nur gegossene Schienen oder dünne Stäbe einer anhaltenden Glühung zwischen pulverigen Metalloxyden aussetzt, welche den Kohlenstoff des Roheisens oxydiren und diese Wirkung nicht bloß oberflächlich, sondern nach und nach bis in's Innere ausüben. Zu diesem Behufe dient derselbe Ofen und dasselbe Verfahren, welche unten für die Bereitung des Zementstahls beschrieben sind; nur daß eben Roheisenstäbe statt der Schmiedeisenstäbe behandelt werden und das Zementirpulver nicht aus Kohle, sondern aus Eisenoxyden

---

[1]) Polyt. Centr. 1855, S. 1383; 1859, S. 1021. — Polyt. Journ., Bd. 137, S. 189; Bd. 153, S. 140. — Bulletin d'Encouragement 1859, p. 76.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 138, S. 347. — Polyt. Centr. 1850, S. 342.

(Hammerschlag, Rotheisenstein, Spatheisenstein), oder Zinkoxyd (Galmei), oder Braunstein ꝛc. besteht.

Das Glühen muß, je nach Dicke der Roheisenschienen, wohl bis 14 Tage oder noch länger dauern. Der ganze Vorgang stimmt mit dem sogenannten Adouciren der Eisengüsse überein, wovon später (bei Abhandlung der Eisengießerei) die Rede sein wird. Die Fabrikation des Glühstahls ist noch neu und ihrer weitern Entwickelung gewärtig; sie scheint jedenfalls nur Stahl von untergeordneter Beschaffenheit zu liefern, der sich hauptsächlich durch die geringere Kostspieligkeit seiner Herstellung empfehlen könnte.

2) Ungeschmolzener Stahl aus Schmiedeisen. Dies ist der

Zementstahl (Brennstahl, acier de cémentation, *steel of cementation, cemented steel, converted steel*), welcher durch Zementiren (cémenter, *cementing, converting*) von Schmiedeisenstäben, d. h. durch starkes und anhaltendes Glühen derselben in einer Umhüllung mit Kohle bereitet wird[1]). Die Stahlbildung geht zuerst an der Oberfläche des Eisens vor sich, dringt aber allmälig in das Innere und endlich durch und durch. Gleichwohl bemerkt man auf dem Bruche der Stangen nach der Zementation oft sehr deutlich in der Mitte einen Raum, dessen Ansehen von dem der äußern Schichte sehr verschieden ist (Rosenstahl, acier à la rose, *rose-steel*). Der Stahl fällt desto kohlenstoffreicher und folglich härter aus, je länger die Zementation gedauert hat. Man bedient sich zu dieser Arbeit feststehender parallelepipedischer Kästen (caisses, creusets, *troughs*) aus feuerfestem Thon, Quarzsandstein oder unschmelzbaren Ziegeln (in letzteren beiden Fällen durch Thon verbunden), deren Wände ungefähr 100mm dick sind, und welche auf dem Herde eines Flammofens (Zementirofen, Stahlofen, fourneau à cémenter, *cementing furnace*) auf Unterlagen ruhen, sodaß die Flamme auch unter dem Boden durchstreichen kann. Zur Feuerung dient Holz (nur in Schweden), Steinkohle, Braunkohle oder guter Torf; hin und wieder wendet man Gasfeuerung an und benutzt dazu entweder Hohofengase oder Generatorgase (S. 21)[2]). Gewöhnlich befinden sich zwei Kästen in einem Ofen neben einander, und die Feuergasse (der Rost) ist zwischen ihnen angebracht; doch baut man auch Oefen mit drei Kästen oder mit nur einem Kasten.

Hartes, nicht sehniges, und von unganzen Stellen möglichst reines Eisen wird zur Stahlbereitung ausgewählt, und das mittelst Holzkohle produzirte stets vorgezogen; man wendet es in flachen Stäben von 40 bis 100mm Breite bei 3 bis 16mm Dicke an, welche beinahe die Länge der Kästen haben. Quadratische Stäbe sind weniger zweckmäßig, weil die Einwirkung der Kohle bei größerer Dicke viel langsamer durchdringt. Man legt in die Kästen die Eisenstäbe, 6 bis 12mm weit auseinander, auf die schmale Seite, füllt die Zwischenräume mit dem Zementirpulver (cément, *cement*) (einem Gemenge von gröblich gepulverter Buchenholzkohle mit 10 Maßprozent Holzasche, auch wohl bloß Kohle, allenfalls mit einer Auflösung von Pottasche und Kochsalz befeuchtet), streut darüber 12 bis 20mm hoch das nämliche Pulver, und wechselt so mit Eisen und Zementirpulver schichtenweise ab, bis der Kasten beinahe gefüllt ist. Obenauf gibt man 100 bis 120mm hoch schon gebrauchtes Pulver und darüber eine gehäufte Lage Sand oder einen Deckel von Thonplatten. Einige Probestäbe (éprouvettes) werden so mit eingelegt, daß man sie leicht herausholen kann, um den Fortgang der Operation und ihre Beendigung daran zu beurtheilen. Die Hitze wird bis zum Weißglühen (Schweißhitze) getrieben und in dieser Stärke 5 bis 14 Tage unterhalten, je nach der Größe des Ofens und der Dicke der Eisenstäbe. Zuletzt läßt man den Ofen (wohl 8 bis 14 Tage lang) abkühlen, öffnet dann die Kästen und nimmt die Stäbe heraus. Diese zeigen sich spröde (ohne hart zu sein), an vielen Stellen rissig, auf der Oberfläche mehr oder weniger mit Blasen bedeckt (Blasenstahl, acier boursoufflé, acier ampoulé, acier poule, *blister steel, blistered steel*), und von geringerem spezif. Gewichte als bearbeiteter Stahl, ja sogar als das Eisen vor

---

1) Hütte, 1856, Taf. 8d. — Polyt. Journ., Bd. 149, S. 180. — Polyt. Centr. 1854, S. 1186; 1858, S. 931. — Brevets, XVIII. 5. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 332.

2) Polyt. Journ., Bd. 146, S. 284. — Polyt. Centr. 1858, S. 189. — Brevets 1844, T. 16, p. 200. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 254.

der Zementation (Stabeisen von 7,795 zeigte nach dem Zementiren 7,618; andere Beobachtungen an rohem Zementstahl ergaben sp. G. 7,255 bis 7,313). Das absolute Gewicht des Eisens nimmt durch das Zementiren um 1/3 bis 3/4 Procent zu; nur schlecht gefrischtes, noch Schlacke enthaltendes Eisen zeigt keine Gewichtsvermehrung. Soll der Zementstahl besonders gut werden, so zementirt man die Stäbe ein zweites Mal mit ganz oder theilweise erneuertem Kohlenpulver (doppelt zementirter Stahl).

Die Theorie des Zementirungsprozesses ist nicht völlig aufgeklärt, indem trotz mancher darüber angestellter wissenschaftlicher Untersuchungen unentschieden bleibt, ob der Kohlenstoff direkt aus der Kohle an das Eisen tritt, oder nur mittelbar aus vorgängig gebildeten chemischen Verbindungen (Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Cyangas, Cyankalium), wozu allerdings theils die Kohle, theils die in deren Zwischenräumen befindliche atmosphärische Luft die Elemente zu liefern vermag. Ausgemacht scheint allerdings zu sein, daß die schon oben erwähnte Vermengung des Kohlenpulvers mit Holzasche (welche kohlensaures Kali enthält), ferner mit Kreide oder Kalk (6 Prozent), Pottasche, kalzinirter Soda (2 Prozent oder mehr), kohlensaurem Baryt, sowie Anwendung der stickstoffhaltigen Kohle von Knochen, Horn, Klauen, Leder &c. statt Holzkohle, die Zementation beschleunigt, was für eine nützliche Mitwirkung von Cyan und Cyan-Alkalimetallen spricht. Geht man von der Annahme aus, daß nicht der feste Kohlenstoff direkt, sondern ein aus dem Zementirpulver entwickeltes kohlenstoffhaltiges Gas auf das Eisen einwirke und demselben die zur Stahlbildung nöthige Menge Kohlenstoff abgebe, so führt dies fast nothwendig zu dem Gedanken, den Prozeß unmittelbar vermöge solchen Gases zu bewerkstelligen. In der That sind gelungene Versuche gemacht worden, Zementstahl dadurch herzustellen, daß man in einem Behälter eingeschlossenes weißglühendes Schmiedeisen hinreichend lange einem Strome von hindurchziehendem Kohlenwasserstoffgas (Leuchtgas aus Steinkohlen) oder Kohlenoxydgas, auch wohl dem Dampfe von kohlensaurem Ammoniak, aussetzte.

Mit der Brennstahl-Bereitung ist die Arbeit des Einsetzens genau verwandt, welche man sehr häufig anwendet, um kleinere, aus Schmiedeisen verfertigte Gegenstände oberflächlich in Stahl zu verwandeln, damit sie äußerlich Härte zeigen und eine feine Politur annehmen. Zu diesem Behufe werden die Stücke in einer Büchse von Eisenblech mit Holzkohlenpulver, besser mit gepulverter thierischer Kohle (mancherlei willkürlichen Gemengen aus schwarzgebrannten Knochen, verkohlten Lederschnitzeln, zerraspeltem und verkohltem Ochsenhorn, Pferdehufen u. dgl.) umgeben, und eine Stunde oder länger in der Esse geglüht, worauf man den Deckel der Büchse abnimmt und den Inhalt der letzteren in Wasser wirft, um die Härtung zu bewirken (Einsatzhärtung, trempe en paquet, zum Unterschiede von der gewöhnlichen Härtung des Stahls, welche trempe à la volée genannt wird; *case-hardening*). Cyaneisenkalium oder Blutlaugensalz (welches 17 Prozent Kohlenstoff enthält) ist ein sehr wirksames, aber nur zu theures Mittel zum Einsetzen. Man bedient sich desselben aber oft, um auf Eisenarbeiten eine äußerst dünne Haut von Stahl zu erzeugen, indem man die geschmiedeten und abgefeilten Stücke glühend macht, mit dem gepulverten Salze schnell bestreut und einreibt und endlich durch Ablöschen in Wasser härtet.

Zum Einsetzen großer Gegenstände baut man eigene Oefen [1]), für ringförmige Körper (z. B. Radreifen zu Eisenbahnwägen) namentlich mit ringartigem Zementirkasten [2]). — Sollen Stäbe oder Platten von Eisen nur auf einer Fläche in Stahl umgewandelt werden, so legt man sie beim Einsetzen zwischen eine Schicht Kohlenpulver und eine Schicht gepulverten feuerfesten Thon, sodaß nur die Seite mit Kohle in Berührung ist, welche eine Umwandlung in Stahl erleiden soll.

Verschieden von obigem Verfahren ist das Einsetzen von Stahlarbeiten zum Behufe des Härtens, wobei die Umhüllung von Kohle nur dazu dient, die Erhitzung des Stahls ohne Luftzutritt, daher ohne Glühspan-Bildung und ohne Gefahr des Verbrennens, vornehmen zu können (S. 12). Eine längere Dauer ist hierbei ganz unnöthig.

Andere Methoden oberflächlicher Umwandlung in Stahl sind folgende: 1) Man taucht das schweißwarme (weißglühende) Schmiedeisenstück einige Augenblicke lang in möglichst dünnflüssig geschmolzenes Roheisen, wendet es darin herum, bringt es nur auf einige Sekunden unter Wasser, damit es beim Wiederherausziehen noch rothglühend ist und kann es

---

[1]) Brevets 1844, T. 26, p. 80.
[2]) Brevets 1844, T. 13, p. 70.

nun beliebig weiter bearbeiten und schließlich härten. Mit Leichtigkeit dringt auf diese Weise die Stahlbildung 2 bis 3 mm tief ein. — 2) Man steckt das schweißwarme Schmiedeeisen in einen Haufen Feilspäne von grauem Gußeisen, und dreht es einige Zeit darin herum; oder streicht das zum Funkensprühen erhitzte Schmiedeeisen mit einem dünnen, fast zum Schmelzen heißgemachten Stücke Gußeisen und kühlt es in Wasser ab.

3) Stahlraffinirung. — Das Raffiniren oder Gärben (raffiner, corroyer, *refining, shearing*), dem — wie schon S. 25 erwähnt — die im Vorstehenden besprochenen Stahlgattungen (Roh-, Puddel-, Glüh- und Zementstahl) großentheils unterworfen werden, besteht in einem wiederholten Ausschmieden und Schweißen, welches eine gleichmäßigere Vermengung ihrer verschiedenen Theile, überhaupt eine Ausgleichung des Kohlenstoffgehalts in der Masse bewirkt. Das Produkt dieser Behandlung ist ein zu feinen Arbeiten weit besser geeigneter Stahl, der den Namen raffinirter Stahl, Gärbstahl oder gegärbter Stahl (acier corroyé, acier raffiné, *refined steel, shear steel*) führt. Man verfährt beim Gärben des Stahls auf die Weise, daß man ihn zu 600mm langen, 30 bis 40mm breiten, nur 2 bis 3mm dicken Schienen ausschmiedet (das Plätten oder Schienen), 6, 8 oder mehr solcher Schienen auf einander legt, dieses Packet (die Garbe oder Zange) zusammenschweißt und zu einem quadratischen Stabe ausstreckt. Zwei Mal raffinirter Stahl entsteht, wenn der Stab in der Mitte eingehauen, zusammengebogen, geschweißt und wieder ausgestreckt wird. Auf diese Weise wird das Raffiniren oft noch zum dritten Male vorgenommen. Bei jedem Male findet ein Abgang von 6 bis 12 Proz. Statt und werden auf 100kg Stahl 100 bis 120kg Steinkohlen verbraucht. Im Durchschnitt liefern 100kg Rohstahl 70 bis 75kg raffinirten Stahl.

Um eine richtige Ansicht von der Wirkung des Gärbens zu gewinnen, muß man von der Vorstellung abgehen, als bestehe dieselbe einzig und allein in einem innigen Durcheinandermengen der im Stahle enthaltenen, durch ungleichen Kohlenstoffgehalt verschiedenen Portionen. Auf solchem Wege könnte das Resultat wohl nie so beträchtlich sein, als es wirklich ist. Es wird vielmehr ein großer — vielleicht der größte — Theil des Erfolges davon herzuleiten sein, daß während der innigen Berührung zwischen kohlenstoffreicheren und kohlenstoffärmeren Stahltheilen, in der Schweiß- und Schmiedehitze, erstere allmälig etwas Kohlenstoff an letztere abgeben, welche sonach eine Art Zementation zu erleiden haben, wobei die mehr kohlenstoffbeladenen Portionen dieselbe Rolle spielen, wie bei der Bereitung des Zementstahls das kohlige Zementirpulver. Ist diese Annahme richtig, so muß sie auch für das Verhalten der ungleichartigen Theile eines und desselben Stahlstabes zu einander gelten, ohne daß ein Schweißen und Ausschmieden stattfindet; d. h. es muß möglich sein, die größere Gleichartigkeit des raffinirten Stahles dadurch zu erzielen, daß man einfach die Stäbe von Rohstahl, Puddelstahl oder Zementstahl längere Zeit hindurch, ohne mechanische Bearbeitung, einer starken Glühhitze unterwirft, wenn nur dabei die Luft ausgeschlossen bleibt, welche vermöge ihres Sauerstoffs den Stahl entkohlen und verderben würde. Dies ist durch die Erfahrung bestätigt, welche gelehrt hat, daß die durch das gewöhnliche Raffiniren zu erlangende Gleichartigkeit der Masse mit weniger Arbeit, fast ohne Abgang und zugleich sogar noch vollkommener dem Stahle gegeben werden kann, indem man die dicken (wohl bis zu 50mm starken) Stäbe 2 bis 10 Stunden lang in einem Flammofen, von einem Bade geschmolzener eisenoxydfreier Schlacke bedeckt, unter steter starker Rothglühhitze liegen läßt. Doch bietet die Anwendung dieses Verfahrens Schwierigkeiten dar wegen der zerstörenden Einwirkung, welche das Schlackenbad auf die thönernen Behälter ausübt. Man hat deshalb angegeben, die Stahlstäbe in dicht zu verschließende Röhren zu bringen und so ohne irgend ein anderes Schutzmittel gegen den Luftzutritt die Glühung zu bewerkstelligen.

4) Gußstahl (acier fondu, *cast steel*). — Das vollkommenste Mittel, den Stahl als durchaus gleichartige Masse darzustellen, ist Schmelzung desselben, wodurch das entsteht, was man Gußstahl nennt. Die besten Stahlsorten werden auf diese Weise erzeugt, womit jedoch nicht gesagt ist, daß allemal und unbedingt der Gußstahl von völlig gleichem Kohlenstoffgehalte und überhaupt völlig gleicher Beschaffenheit in allen Theilen eines und desselben Stückes sein müsse; denn die Schwierigkeit, namentlich größere Mengen ganz innig zu mischen, sowie das Verhalten des flüssigen Stahls bis zum Erstarren (S. 30) legt leicht Hindernisse in den Weg.

Gußstahl wird verfertigt theils durch Schmelzen von bereits fertigem (Roh-, Puddel-, Glüh- oder Zement-) Stahl, theils durch Umwandlung von Roh- oder Schmiedeisen in solcher Weise, daß der daraus entstehende Stahl bei der Bereitung selbst als geschmolzene Masse auftritt. Auf dem zuerst genannten Wege, welcher der älteste und noch jetzt am meisten gebräuchliche ist, gewinnt man neben geringeren auch die feinsten Sorten Gußstahl. Der andere Weg wird vorzugsweise eingeschlagen, wenn es sich um die Fabrikation wohlfeilerer (nicht die größte Reinheit in Anspruch nehmender) Gattungen in großen Massen handelt, also zur Herstellung des sogenannten zähen Gußstahls, Massengußstahls oder Maschinengußstahls, welcher wenig Kohlenstoff enthält und deshalb für zu härtende Gegenstände sich nicht eignet, aber als Stellvertreter des Schmiedeisens bei der Anfertigung schwerer Maschinenbestandtheile (Triebwellen, große Kolbenstangen, Radkränze und Scheibenräder für Eisenbahnfuhrwerke ꝛc.) sowie von Eisenbahnschienen, Kanonen, Thurmglocken und Dampfkesselblechen, durch seine viel größere Festigkeit und geringere Abnutzbarkeit eine so wichtige Rolle spielt.

a. Gußstahl durch Schmelzen von Stahl. — Das Material hierzu ist in der Regel Zementstahl (seltener Rohstahl, dagegen wohl öfter Puddelstahl, besonders für geringere, in Massen wohlfeil herzustellende Sorten), welche man nach dem Bruchansehen gehörig sortirt, in ziemlich kleine Stücke zerschlägt oder mit der Scheere zerschneidet, und in einem sehr stark ziehenden, mit Kokes geheizten Windofen, in den feuerfestesten thönernen Tiegeln (creusets, *skillets*) schmelzt[1]). Zur Abhaltung der Luft wurde sonst zuweilen eine Bedeckung des Stahls von bleifreiem Glase angewendet; sie greift indessen die Tiegel an und ist auch überflüssig, weil der Tiegeldeckel so fest anschmilzt, daß er die Luft völlig ausschließt. Ein Tiegel faßt gewöhnlich 15—30^{kg} Stahl, und die Schmelzung dauert 3 bis 6 Stunden; in einem Ofen von ovalem oder länglich viereckigem Querschnitt des Schachtes stehen zwei (bei quadratischem Querschnitt vier) Tiegel. Vollkommen geschmolzen wird der sehr dünnflüssige und bei höherem Kohlenstoffgehalt an der Luft stark funkensprühende Stahl in zweitheiligen gußeisernen Formen (lingotières, *moulds*) zu Stäben — Barren — gegossen, welche man hierauf unter dem Hammer und unter Walzen beliebig ausstreckt; zu größeren geschmiedeten Stücken gießt man Blöcke von 300 bis 400^{kg} und mehr. Zur Erlangung eines fehlerfreien Gusses mag es dienlich sein, den Stahl in die Formen von unten einzuführen[2]). — Manche Sorten Gußstahl sind schwer oder gar nicht zu schweißen, und dies hängt wesentlich von der Menge des darin enthaltenen Kohlenstoffs ab. Man unterscheidet daher schweißbaren Gußstahl (acier fondu soudable, *welding cast-steel, mild cast-steel*) und unschweißbaren (acier fondu non soudable, *harsh cast-steel*). Je weniger Kohlenstoff der Gußstahl enthält, desto mehr besitzt er die Eigenschaft der Schweißbarkeit, desto größere Hitze erfordert er aber zur Schmelzung und desto weniger groß ist die Härte, welche er anzunehmen vermag (S. 16). Die größte absolute Festigkeit scheint — alles sonstige gleich gesetzt — bei 1,25 Prozent Kohlenstoffgehalt vorhanden zu sein, und bis zu dieser Grenze wächst sie mit dem Kohlenstoffgehalte.

Stahlschmelzöfen mit mehr als vier Tiegeln richtet man so ein, daß letztere nicht zwischen dem Brennmaterial selbst stehen, sondern — z. B. 12 in zwei Reihen geordnet — durch die Flamme eines Steinkohlenfeuers oder durch Generatorgase erhitzt werden[3]). Mit gewissen Vorsichten kann das Schmelzen großer Stahlmengen (angeblich bis zu 40 oder 60

[1]) Armengaud, IX. 211. — Polyt. Journ., Bd. 134, S. 206; Bd. 161, S. 350. — Polyt. Centr. 1855, S. 285.

[2]) Polyt. Centr. 1863, S. 1414.

[3]) Brevets 1844, T. 26, p. 28; T. 30, p. 250; T. 33, p. 108; T. 38, p. 245; T. 39, p. 97; T. 40, p. 205; T. 43, p. 131. — Armengaud, IX. 226. — Polyt. Journ., Bd. 134, S. 211. — Polyt. Centr. 1855, S. 287; 1862, S. 1294; 1864, S. 1295.

Zentner) ohne Tiegel, direkt auf dem Herde eines Flammofens [1]), geschehen, wiewohl dabei der Ofen schnell zerstört wird. — Dem einzuschmelzenden Stahle wird öfters für die härtesten Gußstahlsorten ein wenig Kohlenpulver oder weißes Roheisen, für die weichsten hingegen ein kleiner Antheil Schmiedeisen zugemischt; ein geringer Zusatz von Kohlenpulver und Braunstein soll in den englischen Gußstahlfabriken sehr gebräuchlich sein. — In den eisernen Formen, worein man den Stahl gießt, muß derselbe fast augenblicklich erstarren, was ein für seine homogene Beschaffenheit wichtiger Umstand ist, weil bei langsamem Erkalten Theile mit verschiedenem Kohlenstoffgehalte sich aussondern würden. Die Barren enthalten gewöhnlich im Innern blasenförmige Höhlungen von Stecknadelkopf- bis Bohnengröße, und da diese vorzugsweise in der Nähe des Gußlochs der Form auftreten, so schlägt man wohl das obere Ende jedes Barrens 50 bis 80mm lang ab und schmelzt es wieder ein. Ein völlig blasenfreier Guß soll erzielt werden, wenn man den Formen eine rasche Drehbewegung ertheilt und so zur Füllung derselben die Fliehkraft mitwirken läßt [2]). Aus 100kg Gußbarren erfolgen im großen Durchschnitt 85kg geschmiedete oder gewalzte Stahlstäbe.

Als Proben großer Blöcke aus Tiegelgußstahl wurden von F. Krupp in Essen ausgestellt: Auf der internationalen Ausstellung

in London	1851	ein	Block	von	2250kg	
„ Paris	1855	„	„	„	10000	„
„ London	1862	„	„	„	20000	„
„ Paris	1867	„	„	„	40000	„
„ Wien	1873	„	„	„	52500	„

b. Gußstahl direkt aus Roheisen. — Zur Bereitung desselben ist erforderlich, auf das geschmolzene Roheisen als Entkohlungsmittel sauerstoffhaltige Substanzen einwirken zu lassen und zugleich einen Hitzegrad anzuwenden, der hinreicht, um den entstehenden Stahl im Flusse zu erhalten. Der hierbei eingeschlagenen Wege sind wesentlich zwei, je nachdem man zur Oxydation des Kohlenstoffs im Roheisen entweder atmosphärische Luft oder Eisenoxyde gebraucht.

Die Benutzung der atmosphärischen Luft zu dem in Rede stehenden Zwecke bildet die Grundlage des neuerlich zu großer Verbreitung gelangten Bessemer-Prozesses, welcher auch kurz das Bessemern genannt wird und, so wie der auf diesem Wege erzeugte Bessemer-Stahl (acier Bessemer, *Bessemer steel*, *Bessemer metal*), nach dem Erfinder, einem Engländer, den Namen trägt. Das Wesentlichste hierbei besteht darin, daß man (graues) Roheisen geschmolzen in einen eisernen, mit feuerfestem Material (Ganister) gefütterten Behälter gibt und hier — mittelst eines kraftvollen Gebläses — einen vielfach zertheilten Strom atmosphärischer Luft von 1,5 Atm. Pressung in ähnlicher Weise durchtreibt, wie Gase durch Wasser geleitet werden, wenn man sie davon absorbiren lassen will. Der Sauerstoff der Luft verbrennt hierbei schnell den Kohlenstoff des Roheisens, das Silizium 2c., aber auch zugleich einen nicht unerheblichen Theil des Eisens selbst, wobei ein so hoher Hitzegrad sich entwickelt, daß ohne äußere Nachheizung der entstandene Stahl flüssig bleibt [3]).

Der Eisenbehälter (convertisseur, *converter*) hat eine eiförmige Gestalt, äußerlich etwa 3,6m Länge und 2,4m größten Durchmesser; innerlich beträgt der letztere etwa 2 Meter. Am obern Ende ist ein weiter, etwas schräg angesetzter Hals; unten sind in

[1]) Fusion de l'acier au four à réverbère, procédé de M. A. Sudre. Paris 1861. — Polyt. Centr. 1859, S. 1442; 1863, S. 873. — Polyt. Journ., Bd. 154, S. 107.

[2]) Polyt. Centr. 1858, S. 1551. — Polyt. Journ., Bd. 151, S. 276. — Bulletin d'Encouragement 1860, p. 545.

[3]) Armengaud, XIV. 337; XV. 325. — Das Bessemern in Schweden. Von E. L. Boman. Leipzig 1864. — Polyt. Centr. 1861. S. 1201, 1276; 1862, S. 257; 1863, S. 247, 745; 1864, S. 1437; 1865, S. 709, 1304; 1868, S. 1575; 1869, S. 311; 1870, S. 686. — Polyt. Journ., Bd. 161, S. 46, 127; Bd. 168, S. 436; Bd. 169, S. 31; Bd. 175, S. 295; Bd. 176, S. 8, 294, 479; Bd. 178, S. 465; Bd. 185, S. 30; Bd. 187, S. 226, 325; Bd. 188, S. 475; Bd. 190, S. 32. — Schweiz. Z. 1863, S. 64. — Bulletin d'Encouragement 1861, p. 664. — Jobard, Bulletin, T. 41, p. 35. — Zeitschr. d. Ing. 1865, S. 505; 1866, S. 309. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 504.

das thönerne Futter 7 Thonzylinder von je 450mm Länge und 80mm Dicke eingelassen, welche zusammen 49 der Länge nach durchgehende Löcher, jedes 10 bis 12mm weit, enthalten. Dieses untere Ende ist durch ein Rohr mit dem Zylindergebläse in Verbindung gesetzt, zu dessen Betrieb eine Dampfmaschine von 200—400 Pferdestärken dient, und welches sonach 49 Luftstrahlen in das Gefäß treibt. Letzteres hängt auf zwei Zapfen, deren Mittellinien mit der verlängerten Querachse des eiförmigen Körpers zusammenfallen, im Gleichgewichte, läßt sich aber durch ein Räderwerk um diese Achse drehen, unbeschadet der fortdauernden Luftzuführung. Nachdem das Innere mittelst Kokesfeuer, von dem gewaltigen Windstrome angefacht, zum Weißglühen erhitzt ist, wird durch Umstürzen das Brennmaterial ausgeschüttet, das Gefäß sofort wieder aufgerichtet, und aus einem in der Nähe befindlichen Schmelzofen das Roheisen (100 Zentner) mittelst einer Rinne eingelassen. Von vollendeter Füllung an wird noch etwa 15 Minuten lang geblasen, binnen welcher Zeit unter Ausstoßung einer großen Flamme und zahlloser Funken die Entkohlung des Eisens vor sich geht. Sodann gibt man Stahlabfälle oder eine gewisse Menge geschmolzenen weißen Roheisens (Spiegeleisen) hinzu, bewirkt dessen Vermischung mit dem übrigen Inhalte durch kurzes Hin- und Herneigen des Gefäßes und stürzt dasselbe dann langsam, um das Produkt (wenigstens 90 Zentner) in einen großen Kessel auszugießen, von wo es — durch Ausziehen eines Pfropfens im Kesselboden — in gußeiserne Formen (Coquillen) abgelassen wird. So stellt man Stahlblöcke (Ingots) von 1m Länge bei 300mm Breite und Dicke dar, deren jeder etwa 13 Zentner wiegt, öfters noch größere bis zu 30 Zentner. — Der Gewichtsverlust, den das graue Roheisen beim Bessemern erleidet, beträgt 10 bis 20 Prozent. — Zur sicheren Erkennung der erfolgten Entkohlung des Eisens bedient man sich mit Vortheil des Spektroskops, durch welches man die Flamme des Konverters beobachtet. Auch pflegt man Schlackenproben zu nehmen und die herausgeschleuderten Stahlkügelchen auf ihre Hämmerbarkeit zu prüfen.

Es scheint, daß durch den Bessemer-Prozeß nicht mit Sicherheit ein Stahl von vollkommener Qualität herzustellen ist, und daß das Erzeugniß desselben weder große Elastizität noch genügende Härtungsfähigkeit besitzt; seine Anwendung findet deshalb der Bessemer-Stahl fast ausschließlich als Maschinengußstahl; zu Anfertigung von Schneidwerkzeugen muß er meist in Tiegeln mit Zusätzen (Kohle ꝛc.) umgeschmolzen und dadurch in gewöhnlichen Gußstahl verwandelt werden. — Ursprünglich war der Bessemer-Prozeß auf die Darstellung von Schmiedeisen berechnet (und auch bei der jetzigen Betriebsweise befindet sich vor dem schließlichen Zusatze des Spiegeleisens das fast völlig entkohlte Produkt ziemlich im Zustande des Schmiedeisens); aber man fand das flüssig dargestellte Eisen schlecht, wie geschmolzenes Schmiedeisen überhaupt ist.

Nach dem Prinzipe des Bessemerns ist die Stahlbereitung mit mancherlei Abänderungen versucht worden, die aber zur Zeit einen praktischen Erfolg nicht gehabt zu haben scheinen. So trieb man, außer atmosphärischer Luft, auch Wasserstoffgas oder Kohlenwasserstoffgas durch das Roheisen, um es von Phosphor und Schwefel (die der Güte des Stahls besonders nachtheilig sind) zu reinigen; oder wendete in Begleitung der atmosphärischen Luft Wasserdampf an. Ja die alleinige Anwendung des letztern soll vortreffliche Dienste thun, wenn der vorläufig stark überhitzte Dampf in einer großen Zahl sehr feiner Strahlen durch das flüssige Roheisen zu gehen genöthigt wird, wobei er in Sauerstoff und Wasserstoff sich zersetzt, jener den Kohlenstoff und das Silizium verbrennt, der Wasserstoff hingegen Schwefel, Arsen und Phosphor mit wegnimmt.

Die Umwandlung des Roheisens in Gußstahl durch Eisenoxyde wird auf die Weise ausgeführt, daß man weißes Roheisen in kleingekörntem Zustande mit gepulverten möglichst reinen Eisenerzen (Rotheisenstein, Spatheisenstein oder Magneteisenstein) vermengt und schmelzt. Diese vielfach versuchte Methode — bei der es immer schwer sein wird, die Größe des Kohlenstoffgehalts im entstehenden Stahle sicher zu regeln — hat besonderen Ruf erlangt durch Uchatius, welcher auf 100 Theile Roheisen 25 Theile Spatheisenstein und $1^1/_2$ Th. Braunstein, für weichere Stahlsorten überdies $12^1/_2$ bis 20 Th. Schmiedeisen, zusetzt (Uchatius-Stahl).

Zur Darstellung von Massen- und Maschinengußstahl soll neuerlich dieses oder ein sehr ähnliches Verfahren mehrseitig in Gebrauch sein. Die Theorie desselben ist einfach die, daß der Sauerstoff des Eisenoxydes einen gewissen Theil Kohlenstoff des Roheisens in Kohlenoxydgas verwandelt, während das Eisen des Oxyds mit dem theilweise entkohlten Roheisen zusammentritt und Stahl bildet.

c. Gußstahl direkt aus Schmiedeisen (Homogenstahl, *homogeneous steel* oder *homogeneous metal* der Engländer). — Diese Stahlgattung, welche regel-

mäßig zu der Klasse des zähen oder Maschinengußstahls (S. 29) zu rechnen ist, wird auf dreierlei Weise verfertigt, nämlich durch Zusammenschmelzen von sehr reinem weichen Stabeisen entweder mit ungefähr $^1/_{150}$ ($^2/_3$ Prozent) Holzkohlenpulver, oder mit etwa 50 Prozent Abfällen von gewöhnlichem kohlenstoffreicheren Gußstahl, oder mit weißem Roheisen (zumal Spiegeleisen)[1].

Die Mengenverhältnisse der Zuthaten werden vielfach abgeändert und dadurch die erzeugten Stahlsorten modifizirt, wie folgende Beispiele zeigen: 100 Theile Schmiedeisendrehspäne, 2 Th. Braunstein, 3 Th. Holzkohlenpulver; — Schmiedeisen mit $1^1/_2$ Prozent Holzkohlenpulver, $^1/_{16}$ Proz. Blutlaugensalz, $^1/_{16}$ Proz. Salmiak (!), wobei etwas Kochsalz und Ziegelmehl zugesetzt werden soll, um eine die Luft abhaltende Schlacke zu bilden; — 100 Th. Schmiedeisendrehspäne, $2^1/_4$ Th. Braunstein, 28 Th. Feil- oder Drehspäne von grauem Gußeisen; — 1 Th. weißes Roheisen (Spiegeleisen), 3 Th. Schmiedeisen.

Von wirklicher Bedeutung ist neuerdings das sogen. Martin'sche Verfahren geworden, nach welchem in bei hoher Hitze geschmolzen gehaltenes Roheisen ein beträchtlicher Zusatz von Stabeisen- und Stahlabfällen (30—60 %) eingetragen, zuletzt noch ein angemessenes Quantum Spiegeleisen zugefügt wird. Die hierbei angewendeten Oefen sind Flammenöfen mit sehr wirksamem Gaserzeuger und großen Siemens'schen Regeneratoren.[2])

d. **Gußstahl direkt aus Eisenerzen.** — Das neuerlich sehr lebendig gewordene Bestreben, große Massen Gußstahl, unter Verzichtleistung auf die größte Reinheit und Güte, wohlfeil herzustellen, hat auch den Gedanken hervorgerufen, als Material hierzu direkt die Eisenerze — mit Umgehung des Hohofen- und Frischprozesses — zu gebrauchen. Diese Stahlbereitung ist bis jetzt wesentlich noch im Stadium des Versuchs und kaum zu fortgesetzter Ausübung gelangt, weil die Resultate nicht zufriedenstellend ausfielen. Das Verfahren beruht darauf, die zerkleinerten Eisenerze (namentlich sehr reinen Roth- oder Spatheisenstein) durch Behandlung mit heißen (von schwefliger Säure befreiten) reduzirenden Generatorgasen in Metallschwamm zu verwandeln und diesen alsdann in einem Bad heißflüssigen Roheisens aufzulösen[3]), oder auch darauf, die Erze unter Beifügung geeigneter Flußmittel bei hoher Hitze zu schmelzen und hierauf durch Zusatz festen Kohlenstoffs (Anthrazit, Steinkohle in gepulvertem Zustande) die Reduction des Erzes, also die Ausfällung des Eisens zu bewirken, welches alsdann zur Eintragung in das heißflüssige Gußeisen benutzt wird. (Siemens-Prozeß.)

Stahllegirungen. — Eine Sorte Gußstahl kommt aus Ostindien unter dem Namen Wootz *(indian steel, wootz)*. Dieser Stahl ist hart, und schwer zu verarbeiten; er nimmt bei geringer Glühhitze in Wasser abgelöscht, eine sehr große Härte an, und taugt vortrefflich zu feinen Messern. Er soll durch Zusammenschmelzen von Schmiedeisen mit Kohle bereitet sein, und enthält nach chemischen Analysen 1 bis $1^2/_3$ Prozent Kohlenstoff nebst etwas Silizium, Mangan, Nickel und Wolfram. In Europa hat man den Wootz auf folgende Weise nachgeahmt: Kleine Stückchen von Schmiedeisen oder Stahl werden in Kohlenpulver eingegraben und so lange heftig geglüht, bis sie sich in eine dunkelgraue, leicht zu pulvernde Masse (Kohleneisen) verwandelt haben. Diese wird gepulvert, und mit reiner Alaunerde in einem verschlossenen Tiegel längere Zeit stark weißgeglüht, wobei sie weiß und spröde wird. Stahl, mit $^1/_{16}$ bis $^1/_{12}$ dieser weißen Metallmischung zusammengeschmolzen, giebt den Wootz. — Der gewöhnliche Gußstahl gewinnt an Güte, für den Gebrauch zu feinen Schneidwerkzeugen, wenn man ihn mit sehr wenig ($^1/_{500}$) Silber zusammenschmelzt (Silberstahl, *silver-steel, silver-combined-steel*). Auch gewisse andere Metalle verbessern, wenn sie mit dem Stahle geschmolzen werden, denselben in bemerkbarem Grade, wiewohl manches hierüber Mitgetheilte ziemlich zweifelhafter Natur ist. Eine Mischung dieser Art ist der Nickelstahl oder Meteorstahl, welcher einen Zusatz von Nickel enthält. Eine komplizirtere Vorschrift zur Bereitung des Meteorstahls ist folgende: 24 Theile Zink, 4 Theile Nickel und 1 Theil Silber werden, mit Kohlenstaub bedeckt, in einem verschlossenen Graphittiegel zusammengeschmolzen, in Wasser ausgegossen, und zu kleinen Stücken zerschlagen. 8 Theile dieser Mischung, mit 6 Theilen gepulvertem Chromeisenstein, 1 Theile Kohlenpulver, 2 Theilen ungelöschtem Kalk, 2 Theilen Porzellanthon und 384 Theilen rohem Zementstahl (Blasen-

---

[1]) Brevets 1844, T. 7, p. 116.

[2]) Zeitschr. d. Ing. 1869, S. 27; 1869, S. 377. — Polyt. Centr. 1866, S. 135; 1870, S. 984; 1871, S. 32. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 152.

[3]) Zeitschr. d. Ing. 1869, S. 429. — Polyt. Centr. 1870, S. 986.

stahl) geschmolzen, geben den Meteorstahl. Sonst sind noch zu erwähnen die Legirungen des Stahles mit kleinen Antheilen Mangan, Chrom, Titan, Wolfram. Die Legirungen von Stahl mit sehr kleinen Mengen Silber, Nickel rc. scheinen ihre vorzüglichen Eigenschaften oft nicht sowohl diesen Beimischungen, als vielmehr dem bei ihrer Bereitung stattfindenden Umschmelzen zu verdanken; man hat dies in England auch wohl eingesehen, indem das, was unter dem Namen **Silberstahl** von dort her noch jetzt etwa in den Handel kommt, eben nichts weiter als eine feine Sorte Gußstahl ohne Silbergehalt ist. Der **Wolframstahl** (1 bis 3 Prozent Wolframmetall enthaltend) hat durch seine Fähigkeit, eine außerordentliche Härte anzunehmen, Ruf erlangt. Unter dem Namen **Mushets Spezialstahl** ist neuerdings ein durch seine große Härte ausgezeichneter Stahl in den Handel gekommen, der 8 bis 10 Prozent Wolfram enthält (außerdem 1 bis 2 Prozent Mangan). Derselbe ist als Werkzeugstahl hier und da verwendet worden; er kann nur durch Schmieden in schwachrothglühendem Zustand in die erforderliche Form gebracht werden, da er nach dem Erkalten von der Feile nicht angegriffen wird. Bei Anwendung der gewöhnlichen Stahlhärtungsmethoden zersplittert er; doch ist er so hart, daß er gewöhnlichen Stahl unter allen Umständen angreift.

Der sogenannte **Damaszener Stahl** oder **damaszirte Stahl**, acier damassé, *Damascus steel* (dessen Namen von der Stadt Damask in Syrien herrührt) ist theils eine in türkisch Asien und Persien produzirte, dem Wootz (s. oben) verwandte Stahlgattung, in der Regel aber ein auf bestimmte Weise bereitetes Gemenge von innig mit einander verschweißten Stahl- und Eisentheilen. Er erhält durch das Beizen seiner blank gefeilten, geschliffenen und sorgfältig von Fett gereinigten Oberfläche mit einer schwach sauren Flüssigkeit (z. B. einer Mischung aus 1 Maßtheile Scheidewasser und 30 Maßtheilen Essig) eigenthümliche, aus hellen und dunklen Linien zusammengesetzte Zeichnungen (**Damast**, **Damaszirung**, damas), welche eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen, wenn die Anordnung der neben einander liegenden Stahl- und Eisentheilchen auf eine regelmäßige Art bewirkt worden ist. Der Stahl erscheint nämlich (da er — besonders im gehärteten Zustande — von Säuren weit langsamer aufgelöst wird als Schmiedeisen) in höher liegenden hellen, das Eisen dagegen in vertieften mattgrauen Linien. Bei starker Aetzung sind die dunklen Linien hinlänglich vertieft, um sich mit Farbe, in der Kupferdruckpresse, wie ein Kupferstich auf Papier abdrucken zu lassen. Nicht allein Stahl und Schmiedeisen sind tauglich, ein zur Damaszirung geeignetes Gemenge zu geben, sondern auch zwei verschiedene Sorten Schmiedeisen, von welchen in diesem Falle die härtere (kohlenstoffreichere) die Stelle des Stahls einnimmt. In jedem Falle besitzt ein solches feines und inniges Gemenge bedeutend mehr Zähigkeit als Stahl oder eine einzelne Eisensorte für sich allein, wovon der Grund sowohl in der Verwebung der Fasern als in der Verbesserung des Materials durch das bei der Bereitung erforderliche wiederholte Ausschmieden und Schweißen liegt. Dieser innere Vorzug fehlt natürlich denjenigen nachgeahmten damaszirten Arbeiten, deren Zeichnung bloß auf gewöhnlichem Stahle oberflächlich eingeätzt ist. Wird nämlich eine polirte Stahlfläche mit Wachs oder einer harzigen Mischung dünn überzogen, in diesen Ueberzug eine beliebige Zeichnung eingeritzt und endlich mit Säure geätzt, so läßt sich zwar einigermaßen das Ansehen des wahren Damastes hervorbringen; allein diese nicht aus der Masse selbst entsprungene Zeichnung kommt nicht wieder, wenn man sie abschleift und die ganze Fläche beizt, was dagegen mit dem wirklichen Damaste allerdings der Fall ist.

Das den Damast erzeugende innige Gemenge kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden. Das Verfahren, welches im Orient bei der Verfertigung der echten türkischen damaszirten Säbelklingen und Gewehrläufe befolgt wird, ist nicht sicher bekannt. In Europa befolgt man gewöhnlich im Wesentlichen nachstehende Methode: Dünne Stäbchen von Schmiedeisen und Stahl (oder von hartem und weichem Schmiedeisen) werden in gehöriger Anzahl zu einem Bündel parallel neben einander gelegt, und zusammengeschweißt. Die Stange, welche dadurch entsteht, wird in die Länge geschmiedet, und in zwei oder drei Theile zerhauen, die man wieder auf einander legt und zusammenschweißt. Dieses Verfahren kann noch öfter wiederholt werden, und liefert endlich einen letzten Stab, der aus vielen parallel liegenden Fäden, abwechselnd von Eisen und Stahl, zusammengesetzt ist. Man windet diesen Stab im glühenden Zustande schraubenartig zu-

sammen, indem man ein Ende im Schraubstock befestigt, das andere mit einer Zange faßt und so gleichmäßig als möglich umdreht. Die verschiedenen mit einander verbundenen Fäden nehmen hierdurch die Lage von Schraubenlinien an, aber die der Oberfläche näher liegenden sind in weiteren Kreisen gewunden, als die im Innern befindlichen, und ein genau in der Achse des Stäbchens liegender Faden würde gar keine Krümmung angenommen haben. Schlägt man das gedrehte Stäbchen platt, so kommen die Theile der Schraubenwindungen mehr oder weniger in eine gemeinschaftliche Ebene zu liegen, und bilden nach dem Beizen eine aus vielen, symmetrisch gestellten, kleinen Figuren zusammengesetzte Zeichnung, deren Linien desto zarter sind, je mehr beim Schmieden jene Fäden verfeinert wurden.

Nach folgender Methode[1]) können verschiedene Arten von Damaszirung durch einerlei Grundverfahren dargestellt werden. Man umwickelt geschmiedete stählerne Streifen von beliebiger Länge, 25 bis 40mm Breite und 1,5mm Dicke, in weitläufigen Windungen schraubenartig mit Eisendraht von ebenfalls 1,5mm Dicke. Dann drückt man durch Hämmern in der Rothglühhitze den Draht zum Theil in den Stahl hinein, legt eine Anzahl so vorbereiteter Streifen oder Blätter auf einander und schweißt sie zusammen. Der geschweißte und noch ferner ausgestreckte Stab wird in zwei oder drei Theile zerhauen; diese legt man auf einander und vereinigt sie wieder durch Schweißen. Auf gleiche Weise wird noch einige Mal verfahren, wodurch man endlich erreicht, daß der Stab aus einer großen Menge sehr dünner, abwechselnd liegender, paralleler Schichten von Stahl (aus den ursprünglich angewendeten Streifen) und Eisen (durch die Ausbreitung des Drahtes gebildet) besteht. Feilt und schleift man die Oberflächen ab, welche mit der Richtung der Schichten parallel sind, so entsteht eine unregelmäßige, aus zufälligen Linien und Flecken zusammengesetzte Zeichnung, weil mehrere von den Schichten (deren vollkommener Parallelismus durch das Schmieden gestört ist) durchschnitten wurden. Feilt man quer über die Flächen des Stabes halbrunde Rinnen ein (welche so stehen müssen, daß jede Rinne der obern Fläche einem Zwischenraume der untern Fläche entgegengesetzt ist), und hämmert den nun wellenartig gekrümmten Stab wieder flach, so nehmen alle von der Feile nicht durchschnittenen Schichten eine wellenförmige Krümmung an, und auf den Flächen entstehen durch das Beizen lauter ungefähr elliptische, den gemachten Rinnen entsprechende Figuren, welche aus vielen gleichlaufenden, meist in sich selbst zurückkehrenden und in einander eingeschlossenen Linien gebildet erscheinen. Wird das Einfeilen der Rinnen unterlassen und statt dessen der Stab mit einem Schmiedegesenke bearbeitet, welches auf der Oberfläche irgend eine erhabene Zeichnung hervorbringt (z. B. kleine halbkugelige Warzen, eine Verzierung à la grecque, Buchstaben u. dgl.), so hat man nur diese Erhöhungen wegzufeilen, um nach dem Beizen dieselbe Zeichnung mit feinen Linien ausgeführt zu erhalten.

II. Kupfer (cuivre, cuivre rouge, *copper*)[2]).

Das Kupfer ist von bekannter rother Farbe und von dichtkörnigem oder feinzackigen (an geschmiedeten Stücken undeutlich sehnigem oder faserigen) Bruche, nimmt durch Poliren einen schönen Glanz an, und hat einen starken Klang. Seine Härte ist viel geringer als jene des Schmiedeisens, seine Dehnbarkeit ausgezeichnet groß. Es eignet sich daher trefflich, selbst im kalten Zustande, zur Bearbeitung mit dem Hammer. Je reiner das Kupfer ist, desto weicher und dehnbarer zeigt es sich, und zwischen dem Kupfer verschiedener Länder ist hierin ein bedeutender und wichtiger Unterschied. Gutes Kupfer muß sich sehr oft hin und her biegen lassen, bevor es abbricht. Der Anfang des Weißglühens ist die Schmelzhitze des Kupfers; nach Daniell beträgt sie 1077° C. Im Schmelzen zeigt das Kupfer eine grüne Farbe. Zu Gußwaren taugt es wenig, denn es liefert nicht leicht dichte, sondern meist blasige und poröse Güsse, besonders wenn es zu heiß gegossen wird; gegossene Platten und Stäbe können auf diese Weise untauglich zur Bearbeitung unter dem Hammer oder unter Walzen werden, weil die im Innern entstandenen Höhlungen zu unganzen Stellen Anlaß geben. Dieser Fehler wird durch eine kleine Beimischung (z. B. 1 Prozent) von Zink oder Zinn aufgehoben, und man bedient sich daher eines solchen Zusatzes oft in den Fällen, wo man Kupfer

---

[1]) Jahrbücher, IV. 463.

[2]) Das Kupfer und seine Legirungen. Von C. Bischoff. Berlin 1865.

durch Guß verarbeiten muß. An der feuchten Luft läuft das Kupfer an, und überzieht sich endlich mit einer Schicht kohlensaurem Kupferoxyd, fälschlich **Grünspan** genannt, welche, nachdem sie eine gewisse Dicke erlangt hat, das unter ihr liegende Metall vor weitergehender Veränderung schützt. Im Feuer, bei Luftzutritt, erhält es lebhafte Regenbogenfarben (der Reihe nach: goldgelb, karmesinroth, violett, dunkelblau, hellblau, meergrün), später einen braunrothen Ueberzug (Kupferoxydul), der allmälig fast schwarz wird (Kupferoxyd) und beim folgenden Hämmern oder Biegen, sowie beim Ablöschen des glühenden Kupfers in Wasser, in Schuppen abfällt (**Kupferasche, Kupferhammerschlag, cendres de cuivre, battiture de cuivre, paille de cuivre,** ***copper-ashes, copper-scales***). Das spezifische Gewicht des Kupfers beträgt 8,58 bis 8,96, je nachdem das Metall von verschiedener Reinheit, roh gegossen, oder zu Blech, Draht u. s. w. verarbeitet ist. Die absolute Festigkeit des Kupfers ist bedeutend, obgleich sie jene des guten Schmiedeisens nicht erreicht; sie wurde für 1 □^{mm} Querschnitt gefunden: bei gegossenem Kupfer 13 bis 26^{kg}, bei gehämmertem oder gewalztem 18 bis 26^{kg}, bei hartgezogenem Drahte 27 bis 51^{kg}, bei geglühtem Drahte 22 bis 23^{kg}. Das im Handel vorkommende Kupfer ist öfters mit kleinen Mengen von einigen der folgenden Stoffe verunreinigt: Schwefel (Spuren), Kohlenstoff, Eisen (bis zu 1,64 Prozent gefunden), Antimon (bis 0,22 Proz.), Arsen (bis 0,36 Proz.), Blei (bis 0,25 Proz.), Zinn, Zink, Wismuth (bis 0,18 Proz.), welche sämmtlich die Eigenschaft haben, die Dehnbarkeit desselben, und zwar in der Glühhitze mehr als bei gewöhnlicher Temperatur, zu vermindern. Eine andere, häufig vorkommende Verunreinigung ist die mit eingemengtem Kupferoxydul, wodurch umgekehrt das Kupfer in der Kälte mehr als in der Hitze an Dehnbarkeit einbüßt. Der nachtheilige Einfluß der oben genannten Stoffe scheint durch jenen des Kupferoxyduls bis zu einem gewissen Grade aufgehoben werden zu können, wenn beiderlei Verunreinigungen zugleich vorhanden sind. Die Beimischung von Oxydul macht das Kupfer zu solchen Gegenständen unbrauchbar, welche eine sehr feine Politur und die größte Gleichförmigkeit der Masse verlangen (z. B. zu Platten für den Kupferstich); weil dadurch weiche und undichte Stellen (**Aschenflecke**) entstehen. Beim Schmelzen solchen Kupfers unter einer Schicht Holzkohle erfolgt sehr leicht eine Reduction des Kupferoxyduls, welche zur Entstehung von Kohlenoxydgas Anlaß giebt und damit zu der auffallenden Neigung des Kupfers, mit blasiger Struktur zu erstarren.

Das Bruchansehen gewährt ein ziemlich sicheres Kennzeichen für die Reinheit und folglich für die Güte des Kupfers. Ganz reines Kupfer zeigt auf den Bruchflächen eine fast rosenrothe Farbe, metallischen Glanz und feinzackiges Gefüge, welches durch Schmieden und Walzen unvollkommen sehnig wird. Kupfer, das Kohlenstoff enthält, erscheint mit einer ins Gelbliche spielenden Farbe und grobzackigem, auffallend stark glänzendem Bruche. Die Beimischung von Kupferoxydul in einem Kupfer, welches übrigens rein ist, bewirkt ein ziegelrothes oder gar bräunlichrothes, sehr dicht- und feinkörniges, mattes Ansehen der Bruchflächen. Das Kupfer aber, welches mit Oxydul und zugleich mit fremden Metallen verunreinigt ist, gleicht so sehr dem ganz reinen, daß es von diesem im Ansehen nicht mit Sicherheit unterschieden werden kann. — Auf das spezif. Gewicht des Kupfers hat dessen Reinheit mehr Einfluß als die Verdichtung durch mechanisches Bearbeiten; das reinste Kupfer hat, unter übrigens gleichen Umständen, das größte sp. Gew. Man hat gefunden:

Gegossenes, mit Blasen im Innern	7,720	bis	8,535
„ mehr oder minder porös	8,585	„	8,825
„ ganz dicht im Bruche	8,885	„	8,958
Geschmiedetes	8,935	„	8,944
Draht	8,916	„	8,952
Galvanoplastisch gefälltes Kupfer	8,900	„	8,914
Blech	8,794	„	8,966
Münzen	8,716	„	8,965

Folgende Beobachtungen betreffen ausschließlich sehr reines Kupfer und zeigen den geringen Einfluß der Bearbeitung:

Gegossen	8,921
„ und durch Druck einer hydraulischen Presse möglichst verdichtet	8,930

Geschmiedete Stange 8,944
Dicker Draht. 8,945
Dünnerer Draht 8,946
Ferner eine andere Reihe:
Ein starker Draht 8,933
Derselbe zu Blech ausgehämmert 8,944
Derselbe zu ganz dünnem Bleche ausgewalzt und dann noch stark gehämmert . 8,952

Andere Beobachtungen haben sogar eine Verminderung der Dichtigkeit durch mechanische Bearbeitungen (z. B. von 8,879 auf 8,855 durch 50 Hammerschläge) ergeben und eine Zunahme derselben durch Ausglühen und langsames Erkaltenlassen.

In den gewöhnlich zum Ausschmelzen des Kupfers angewendeten Erzen ist dasselbe mit Schwefel verbunden und noch mit größeren oder geringeren Mengen anderer schwefelhaltiger Metalle gemischt oder gemengt, vorzüglich mit Eisen, Blei, Arsen, Antimon, Silber ꝛc.

Das Ausbringen des Kupfers [1]) ist ein sehr zusammengesetzter Prozeß, weil es schwer hält, die fremden Beimischungen von dem Kupfer ganz vollständig zu trennen, und dieses schon durch geringe Verunreinigungen erheblich an Dehnbarkeit, folglich an Brauchbarkeit, verliert. Die Aufbereitung der Kupfererze, d. h. ihre Trennung von einem Theile der Gangart, und die Konzentration des Metallgehaltes, geschieht theils bloß durch Handscheidung (triage à la main) und Siebsetzen (criblage, *sieving*), theils noch überdies durch Pochen (bocarder, *stamping*) und Waschen (Schlämmen, lavage, *washing*). Die schwefelhaltigen Erze werden hierauf geröstet (um Schwefel und Arsen theils zu oxydiren, theils zu verflüchtigen) und sodann mit Zuschlägen (Kalk, Flußspath, alten Kupferschlacken ꝛc.) in Schachtöfen, welche den Eisenhohöfen sehr ähnlich, aber nur 1,8 bis 6 m hoch sind, geschmolzen. Der Zweck dieses ersten Schmelzens (des Erzschmelzens, Rohschmelzens, der Roharbeit, fonte crue) ist die Verschlackung der Bergart und des durch die Röstung oxydirten Eisens, und die Absonderung des Metallgehaltes. Letzterer wird, nach Entfernung der obenauf schwimmenden Schlacken (Rohschlacken), als eine Masse (Rohstein, Kupferstein, métal brut, matte brute de cuivre, *coarse metal*) erhalten, in welcher das Kupfer (8 bis 33 Prozent betragend) mit Eisen (33 bis 62 Pr.), Schwefel (23 bis 29 Pr.) und kleinen Mengen anderer im Erze enthalten gewesener Metalle verbunden ist. Meistens (namentlich wenn die Kupfererze sehr unrein sind) wird der Rohstein nach vorausgegangener neuer Röstung abermals geschmolzen, mit der Absicht, noch nicht das Kupfer zu reduziren, sondern nur den Stein von einem Antheile der fremden Beimischungen zu befreien, wodurch der Kupfergehalt vergrößert, konzentrirt wird. Deshalb heißt dieses Schmelzen die Konzentrations-Arbeit (das Spuren) und das Produkt, ein noch immer unreines Schwefelkupfer, der Konzentrationsstein, Spurstein (métal fin, métal bleu, matte concentrée, *fine metal, blue metal*). Dieser (oder, bei reineren Erzen, sogleich der Rohstein) wird nunmehr einer starken und oft wiederholten Röstung unterzogen, um Kupfer und Eisen zu oxydiren; dann aber wieder geschmolzen (Rohkupferschmelzen, Schwarzmachen). Das oxydirte Eisen geht hierbei in die Schlacke (Schwarzkupferschlacke); das Kupfer wird reduzirt und als eine spröde, gelbrothe, manchmal fast weiße Metallmasse (Rohkupfer, Schwarzkupfer, Blasenkupfer, Gelfkupfer, cuivre brut, cuivre noir, *coarse copper, blistered copper, pimpled metall*) abgeschieden, welche nebst 60 bis 95 Prozent Kupfer noch Eisen, Schwefel, Antimon, Arsen, Blei, Zink u. s. w. enthält; zugleich fällt in größerer oder geringerer Menge ein neuer Stein, Dünnstein oder Lech (matte mince) genannt, worin 50 bis 60

[1]) Karsten's Metallurgie, Bd. V. — Technolog. Encyklopädie, Bd. IX. Artikel: Kupfer. — Dumas, Bd. IV. — Br. Kerl, Beschreibung der Oberharzer Hüttenprozesse, Clausthal 1852, S. 165, 225, 249. — Br. Kerl, die Rammelsberger Hüttenprozesse, Clausthal 1854, S. 70. — Leplay, Beschreibung der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Darstellung des Kupfers angewendet werden. Deutsch von C. Hartmann. Leipzig 1851.

Prozent Kupfer, 15 bis 30 Pr. Eisen, 20 bis 25 Pr. Schwefel 2c. Das Rohkupfer wird durch den Prozeß des Garmachens (raffinage, *refining, toughening*) weiter gereinigt, indem man es in dem Garherde (Rosettirherde), besser in einem Flammofen (Spleißofen) einschmelzt, und durch die Wirkung des auf die Oberfläche blasenden Windes den Schwefel verbrennt und die fremden Metalle oxydirt, wobei die sich bildende Schlacke (Garschlacke, scorie de raffinage) immerfort abfließt. Nach erlangter Gare wird das Kupfer, indem man dessen Oberfläche durch Besprengen mit Wasser zum Erstarren bringt, in dünnen, runden Scheiben (Rosetten, rondelles, rosettes, *cakes*) abgehoben. Man nennt diese Arbeit das Scheibenreißen, Rosettiren oder Spleißen.

In England (Wales) werden sowohl die Röst- als die Schmelzarbeiten durchaus in Flammöfen vollführt, und es ist daselbst gebräuchlich, beim Garmachen mehrmals eine hölzerne Stange in das flüssige Kupfer zu stecken (*poling*), wodurch ein Aufwallen bewirkt und mittelst der entwickelten Gase das gebildete Kupferoxydul reduzirt wird.

Das Garkupfer (*tough pitch copper*), Scheibenkupfer oder Rosettenkupfer (cuivre rosette, *rose-copper*) ist schon Handelsware; es besitzt aber sehr oft nicht vollkommen den Grad der Dehnbarkeit, welcher zur Bearbeitung unter dem Hammer oder unter Walzen erforderlich ist; der Grund hiervon liegt theils in einem Gehalte von (1 bis 2 Prozent) fremden Metallen, theils darin, daß durch die Wirkung des oxydirenden Windstromes beim Garmachen das Kupfer mehr oder weniger eine Beimischung von Kupferoxydul (zuweilen bis 3 Prozent und darüber) erhalten hat. Von dieser muß es vor der wirklichen Bearbeitung in den Fabriken selbst, welche die Verarbeitung vornehmen, durch Umschmelzen zwischen Kohlen in einem Herde (das Hammergarmachen) gereinigt, d. h. hammergar hergestellt werden. Wird das Kupfer zu lange oder bei zu starkem Winde geschmolzen, so erzeugt sich wieder Oxydul in demselben und es erlangt den Fehler von Neuem, von welchem es gerade befreit werden sollte (es wird übergar). Das hammergare Kupfer wird in eisernen, mit Thon bestrichenen Formen zu dicken Platten (Hartstücken) gegossen, welche man noch dunkelroth glühend unter einen von Wasser getriebenen Hammer bringt, um sie durch denselben etwas zu verdichten und zur ferneren Bearbeitung vorzubereiten (das Abpochen).

In übergarem Kupfer (*dry copper*) hat man 10 bis 18 Prozent Kupferoxydul angetroffen. Wird die zur Reduktion des Oxyduls dienende Einwirkung der Kohle zu weit getrieben, so nimmt das Metall Kohlenstoff auf (zu junges Kupfer, *overpoled copper*). Begreiflich schließen diese beiden Fehler sich gegenseitig aus.

In den Handel gelangt das Kupfer: a) als Rosettenkupfer (s. oben). Die Rosetten haben 300 bis 600mm Durchmesser, auf der untern Fläche eine (durch das Losreißen von der noch flüssigen Kupfermasse entstandene) löcherige und zackige Beschaffenheit, und sind karmesinroth angelaufen. Man hält es für ein Zeichen von Reinheit (also Güte) des Kupfers, wenn sie sehr dünn (2mm und noch etwas weniger) ausfallen; b) als Platten- und Barrenkupfer, d. h. in starken gegossenen Blöcken und Stäben von z. B. 450mm Länge, 80—300mm Breite, 50 bis 70mm Dicke. — Zur Verwendung für die Messingfabrikation wird das (alsdann nicht hammergar gemachte) Kupfer durch Eingießen in Wasser gekörnt (granulirt); gießt man es in ruhiges heißes Wasser, so fallen die Körner (Kupfer-Granalien) rundlich aus (cuivre en grains, *bean shot*), gießt man es aber in fließendes kaltes Wasser, so sind sie federähnlich (cuivre en plumes, *feathered shot*).

Für feinere Arbeiten wird das hammergare Kupfer in einem höheren Grade der Reinheit dargestellt (raffinirt), indem man es noch einmal in einem Flammofen so lange bei Luftzutritt in Fluß erhält, bis die beigemischten fremden Metalle oxydirt und in Schlacke verwandelt sind. Nach dieser Behandlung befindet sich das Kupfer in einem sehr übergaren Zustande, d. h. es enthält viel Kupferoxydul, von welchem man es durch eine letzte Schmelzung im Flammofen oder (mit Zusatz von Kohlenpulver) in Tiegeln befreit. Das Raffiniren verursacht einen großen Abgang von Metall, daher das raffinirte Kupfer hoch im Preise steht.

Die beschriebene Art, das Kupfer aus den Erzen darzustellen und zu reinigen, ist — mit mehreren lokalen Modifikationen — in Deutschland allgemein gebräuchlich.

In England stellt man das Kupfer schon auf den Kupferhütten hammergar her, statt, wie in Deutschland, das Hammergarmachen denjenigen Etablissements zu überlassen, welche sich mit der Verarbeitung des Kupfers beschäftigen.

III. Zink (Spiauter, **zinc**, *spelter*, *zinc*).[1]

Dieses Metall ist von grauweißer, ins Bläuliche ziehender Farbe, von grobblätterigem, stark glänzendem Bruche, von geringer Härte, aber schwer zu feilen, weil die Feilspäne sich schnell zwischen die Zähne der Feile hineinstopfen und dieselben unwirksam machen, daher leichter durch die Raspel oder eine Feile mit einfachem Hiebe zu bearbeiten. Geschmolzen und wieder erkaltet ist es spröde und wird nicht nur durch starke Hammerschläge zertrümmert, sondern läßt sich, in dünnen Stücken, mit der Hand brechen. Ein langsamer Druck (durch Walzen) dagegen dehnt das Metall und zerstört sein blättriges Gefüge gänzlich, wodurch es zuletzt in einem bedeutenden Grade dehnbar wird, hauptsächlich wenn die Bearbeitung vorgenommen wird, während das Zink bis auf ungefähr 120 oder 150° C. erhitzt ist. Bei höherer Temperatur (200° C.) ist es wieder so spröde, daß es im Mörser zu Pulver gestoßen werden kann. Es hängt übrigens die Dehnbarkeit des Zinks nicht allein von der Temperatur ab, bei der dasselbe verarbeitet wird, sondern auch von dem Hitzgrade, in welchem es geschmolzen und ausgegossen wurde: es zeigt sich am geschmeidigsten, wenn es beim Ausgießen eben nicht heißer war, als zum flüssigen Zustande durchaus erforderlich ist; deshalb empfiehlt sich das Verfahren mehrerer Zinkhütten, dem geschmolzenen Metalle unmittelbar vor dem Ausgießen Stücke ungeschmolzenen Zinks zuzusetzen, welche dessen Temperatur erniedrigen. Eine Hitze von 411° C. (welche etwas geringer ist, als der Anfang des Glühens) bringt das Zink zum Schmelzen; starke Rothglühhitze verwandelt es in Dampf (Kochpunkt 891° C.), so daß es destillirt werden kann; beim Weißglühen an der Luft verbrennt es mit grünlichweißer Flamme, unter Ausstoßung eines weißen flockigen Rauches von Zinkoxyd (Zinkblumen, fleurs de zinc, *flowers of zinc*). Das spezifische Gewicht des käuflichen (mehr oder weniger mit anderen Metallen verunreinigten) Zinks schwankt zwischen 6,85 und 7,10, steigt aber durch die Verarbeitung zu Blech und Draht bis auf 7,2 und selbst 7,3. Seine absolute Festigkeit ist gering und beträgt (für 1 □^{mm}) im gegossenen Zustande nur ungefähr 2^{kg}, bei Draht und Blech dagegen 13 bis 15^{kg}. Man sieht wie ungünstig das krystallinische Gefüge des gegossenen Zinks für dessen Festigkeit ist daraus, daß der Bruch jedes Mal nach dem Laufe der Blätter erfolgt. Die Einwirkung von Luft und Wasser, vorzüglich aber jene der Säuren, verträgt das Zink nicht, ohne sich mehr oder minder schnell zu oxydiren oder aufzulösen; daher wird es bei der Anwendung zu Dachdeckungen, Wasserbehältern u. s. w. allmälig zerstört, und ist zu Kochgefäßen oder Eßgeräthen, als der Gesundheit nachtheilig, ganz unanwendbar. Doch verschafft ihm seine Wohlfeilheit ziemlich ausgebreitete Anwendung zu Blecharbeiten (Badewannen, kleinern Klempnerwaren, Dachbekleidungen ꝛc.), sowie zu verschiedenen Gußwaren; am wichtigsten ist es jedoch zur Bereitung einiger Metallmischungen, besonders des Messings.

Bei länger dauerndem Schmelzen unter Luftzutritt, besonders in starker Hitze, scheint das Zink etwas von dem auf seiner Oberfläche entstandenen Oxyde aufzunehmen; es wird dickflüssig und ist nachher schwieriger zu bearbeiten (verbranntes Zink, zinc brûlé). Man kennt kein Mittel, diesen fehlerhaften Zustand zu beseitigen.

Kohlenstoff und Schwefel scheinen in dem Zink des Handels niemals vorzukommen; dagegen findet sich eine Beimischung von Blei (1/3 bis 2 1/2 Prozent) jederzeit, und etwas Eisen (bis höchstens 1/4 Proz.) sehr gewöhnlich. Der Bleigehalt allein macht das Zink geschmeidiger, vermindert aber seine Festigkeit; Eisengehalt allein erhöht die Härte und verringert ebenfalls die Festigkeit; am schädlichsten wirken Blei und Eisen, wenn sie beide zugleich vorhanden sind, in welchem Falle das Zink leicht zur Darstellung eines guten das Biegen und Falzen aushaltenden) Bleches untauglich wird.

---

[1]) Techn. Encyklopädie, Bd. 25, S. 418.

Das Zink findet sich in der Natur theils an Schwefel, theils an Sauerstoff gebunden; seine Abscheidung aus den betreffenden Erzen erfolgt durch einen Röstprozeß und eine nachfolgende Destillation in Gegenwart reduzirender Stoffe (Holzkohle, Steinkohlenklein oder Kokesklein), wobei das Zink durch die Kohle vom Sauerstoffe getrennt wird und sich in Dämpfen verflüchtigt, welche durch Abkühlung in einer Vorlage zu flüssigem Zink verdichtet werden. [1]) Die Hitze bei dieser Destillation muß heftige Weißglühhitze sein.

Die Destillirgefäße sind von feuerfestem Thon verfertigt, und werden durch Flammenfeuer erhitzt. In Schlesien und Polen haben sie die Gestalt großer halbzylindrischer Muffeln, welche mit ihrem flachen Boden auf dem Herde des Zinkofens stehen und oben sowie an den Seiten von der Flamme berührt werden. Zwanzig bis vierzig Muffeln befinden sich in einem Ofen, und jede faßt 25 bis 50kg oder mehr des Gemenges, welches aus Erz mit $^1/_4$ bis $^1/_3$ Kohle besteht. Von einem Ende jeder Muffel führt ein thönernes Rohr in ein ebenfalls thönernes Gefäß, welches als Vorlage dient. — In England sind die Destillirgefäße große runde Tiegel, deren 6 bis 8 in einem runden oder viereckigen Ofen stehen, und welche mit einem Deckel dicht verschlossen werden. Aus dem Innern eines jeden Tiegels geht durch dessen Boden senkrecht ein Rohr hinab, aus welchem das Zink in ein untergesetztes Gefäß tropft. — In Lüttich wendet man schräg liegende, in Kärnten aufrecht stehende thönerne Röhren als Destillirgefäße an.

Verschiedentlich, aber mit wenig Erfolg, ist versucht worden, die Zink-Darstellung ohne Tiegel, Muffeln oder Röhren, in einem Schachtofen durch direkte Einwirkung des Feuers auf die Erzbeschickung, zu bewerkstelligen [2]).

Das durch die Destillation erhaltene rohe Zink (Werkzink, Tropfzink) ist mechanisch mit Zinkoxyd, Kohle und Thontheilen verunreinigt. Man schmelzt es in thönernen Tiegeln oder in gußeisernen Kesseln (wodurch aber das Zink etwas eisenhaltig wird), und schöpft es mit geschmiedeten eisernen Kellen in gußeiserne Formen, worin es die Gestalt von Platten oder breiten Stäben annimmt (Rohzink, Kaufzink). Durch ein nochmaliges Umschmelzen bei möglichst gelinder Hitze, auf dem von feuerfestem Thon gebildeten Herde eines Flammofens, entsteht aus dem Rohzink das raffinirte Zink.

Für die Anwendung des Zinks zu Gußarbeiten sind verschiedene Mischungen desselben mit anderen Metallen (Zinklegirungen) empfohlen worden, welche nicht den grob krystallinischen Bruch haben und daher weniger spröde sind, sich weniger leicht oxydiren als reines Zink, und besser gefeilt werden können, da die Feilspäne nicht den Hieb der Feile zustopfen. Hierher gehören die Zusammensetzungen: a) mit Kupfer (1 bis 12 Theile in 100 Th.); b) mit Gußeisen ($^1/_4$ bis 2 in 100); c) 91$^1/_2$ Zink, 8 Kupfer, $^1/_2$ Gußeisen; oder 97 Z. 2$^1/_2$ K. $^1/_2$ G.; d) 91 Zink, 8 Kupfer, 1 Blei; e) 90 Zink, 8 Kupfer, 1 Gußeisen, 1 Blei; f) 68 Zink, 21 Zinn, 11 Kupfer; g) 63 Zink, 11 Zinn, 20 Blei, 6 Kupfer; h) 70 Zink, 12 Zinn, 11 Blei, 7 Kupfer. — 8 Zink, 1 Kupfer, 1 Gußeisen geben ein Gemisch fast so hart wie Schmiedeisen, leicht zu feilen und zu drehen, gut zur Gießerei geeignet, nicht rostend, durch diese Eigenschaften und seine Wohlfeilheit statt der Bronze zum Statuenguß empfehlenswerth (weißes Messing, fonte inoxydable, laiton blanc). — Weiße Legirungen, welche kalt zu Blech ausgewalzt werden können, sind folgende: a) 50 Zink, 48 Zinn, 3 Kupfer, 1 Eisen; oder 33$^1/_2$ Zink, 64 Zinn, 2$^1/_4$ K., 1$^1/_4$ E. (K. und E. zuerst geschmolzen, dann Zinn, zuletzt Zink hinzugesetzt); b) 66 Zink, 32 Zinn, 3 Antimon; oder 80 Zink, 19$^1/_2$ Zinn, 2$^1/_2$ Antimon. — Das sogenannte *antifriction metal* der Engländer (zu Zapfenlagern bei Maschinen) wird aus 17 Zink, 2 Antimon, 1 Kupfer, oder aus 76 Zink, 18 Zinn, 6 Kupfer, oder aus 80 Zink, 14$^1/_2$ Zinn, 5$^1/_2$ Kupfer zusammengesetzt; mit der letztgenannten dieser Mischungen stimmt fast genau diejenige überein, welche man erhält, wenn 32 Kupfer, 15 Zinn, 1 Messing zusammengeschmolzen, dann von diesem Gemisch 2 Theile mit 19 Th. Zink und 3 Th. Zinn verbunden werden. — Zu Kattundruckwalzen hat man in England auf folgende Weise (statt Messings) eine Zinkmischung bereitet: 24 Zink geschmolzen, dazu eine vorläufig

---

[1]) Karsten's Metallurgie, Bd. IV. — Dumas, Bd. IV. — Hütte 1865, Taf. 4.
[2]) Polyt. Centr. 1842, I. 165. — Polyt. Journ., Bd. 74, S. 297, Bd. 138, S. 275. — Bulletin d'Encouragement, 1849, p. 313. — Jobard, Bulletin, T. 29, p. 193; T. 39, p. 140, 210. — Armengaud, XIII. 171.

bereitete Legirung von 3 Blei und 3 Antimon gesetzt, auch 12 geschmolzenes Kupfer, endlich 12 Zinn beigemischt, in Barren gegossen, diese von Neuem geschmolzen und mit einer Legirung aus 24 Zink und 12 Zinn vereinigt. Wenn keine Schmelzabgänge (durch Verflüchtigung und Oxydation) Statt fänden, würde die fertige Masse auf 16 Zink, 8 Zinn, 4 Kupfer, 1 Blei, 1 Antimon enthalten. Nach der Analyse bestand eine Probe derartigen englischen Walzenmetalls nur aus 78,24 Zink, 15,78 Zinn, 5,61 Kupfer (99,63).

IV. Zinn (étain, *tin*).[1]

Die schöne, fast der des Silbers gleichkommende, weiße Farbe, die Unveränderlichkeit bei der Einwirkung von Luft, Wasser und verdünnten Säuren, die große Dehnbarkeit und die große Tauglichkeit zu Gußwaren empfehlen das Zinn zu vielen Anwendungen sehr; leider ist es aber ziemlich selten, und daher für eine ganz allgemeine Anwendung zu hoch im Preise. Das Zinn nimmt einen hohen Glanz an, verliert ihn aber durch den Gebrauch bald, weil es sich wegen seiner Weichheit abnutzt; es besitzt ein faseriges Gefüge und wenn es rein ist, einen unebenen, wie geflossen aussehenden Bruch, der bei unreinem Zinn mehr körnig oder hakig erscheint. Es ist aus demselben Grunde wie das Zink (S. 38) besser mit der Raspel als mit der Feile zu bearbeiten, läßt sich aber leicht schaben. Beim Biegen knirscht es desto stärker, je reiner es ist (der Zinnschrei), und bricht nicht ab. Lange vor dem Glühen (schon bei 239° C.) schmilzt das Zinn, und bedeckt sich dabei, wenn die Luft einwirken kann, mit einer grauen zum Theil in Regenbogenfarben spielenden Haut, welche aus Zinnoxyd und metallischem Zinn gemengt ist (Zinnkrätze, crasse d'étain); fortgesetztes Glühen unter Luftzutritt verwandelt das Zinn vollständig in gelblichweißes Zinnoxyd (Zinnasche, potée d'étain, *putty*, *tin-putty*). Wenn man geschmolzenes Zinn auf eine Fläche ausgießt, so zeigt es im reinen Zustande nach dem Erstarren einen hellen, spiegelartigen Glanz; nur wenn es unrein ist, eine matte, mehr graue Oberfläche. Bis nahe zum Schmelzen erhitzt, wird das Zinn spröde; erhitzt man daher ein größeres Stück, bis es an den Kanten abzutropfen anfängt, und schlägt dann schnell und kräftig mit dem Hammer darauf, so zerfällt es in Theile, deren Bruchflächen ausgezeichnet faserig oder mit einem Anschein von Krystallisation aus vieleckigen groben Körnern zusammengesetzt sind. Man kann diese Methode anwenden, um dicke Zinnstücke zu zertheilen. Reines Zinn hat ein spezif. Gewicht von 7,29, welches durch Hämmern und Walzen auf 7,30 bis 7,47 vergrößert wird. Das käufliche Zinn enthält öfters etwas Antimon und sehr wenig Arsen, wodurch sein spezif. Gewicht bis auf 7,05 sinken kann; oder Eisen, Kupfer, Wismuth, Blei, wodurch es bis auf 7,58 steigt. Sehr gering ist die absolute Festigkeit des Zinns, welche bei gegossenem Metalle durchschnittlich 4kg, bei Draht 3,6 bis 4,7kg pro 1 □mm beträgt.

Das Zinn wird, seiner Kostspieligkeit wegen, sehr gewöhnlich mit Blei vermischt verarbeitet. Es wird durch diesen Zusatz spezifisch schwerer und, wenn das Blei weniger als das Doppelte von der Menge des Zinns beträgt, zugleich schmelzbarer.

Auf 100 Theile Zinn	Spezif. Gewicht	Schmelzpunkt	Auf 100 Theile Zinn	Spezif. Gewicht	Schmelzpunkt
16⅔ Th. Blei	?	194° C.	179 Th. Blei	9,433	235° C.
30 „ „	7,927	?	200 „ „	9,554	?
33⅓ „ „	7,994	?	233 „ „	9,640	?
40 „ „	8,109	?	250 „ „	9,770	243 „
45 „ „	8,234	187 „	268 „ „	9,797	246 „
50 „ „	8,267	?	300 „ „	9,939	?
60 „ „	8,408	181 „	358 „ „	10,052	270 „
66⅔ „ „	8,497	?	536 „ „	10,331	283 „
90 „ „	8,726	197 „	715 „ „	10,595	292 „
100 „ „	8,864	?	880 „ „	10,751	?
119 „ „	9,038	210 „	1072 „ „	10,815	?
125 „ „	9,270	?			

[1]) Techn. Encyklopädie, Bd. 25, S. 433.

Das mit Blei legirte Zinn eignet sich besser zum Gießen als reines Zinn (Feinzinn), weil jenes die Formen genauer ausfüllt; aber es verliert durch die Vermischung seine schöne weiße Farbe, läuft an der Luft an, wird weicher und, wenn es viel Blei enthält, bei der Anwendung zu Speisegeräthen der Gesundheit nachtheilig. (Essig löst bei längerer Berührung mit bleihaltigem Zinn stets Zinn und Blei zugleich auf und zwar annähernd in demselben Mengenverhältnisse, wie es in der Legirung enthalten ist; die Menge des Aufgelösten überhaupt ist desto beträchtlicher, je bleihaltiger das Zinn.)

Man unterscheidet oder unterschied sonst:

Vierstempliges	Zinn, aus	32	Theilen Zinn und	1	Theil Blei.
Dreistempliges	„ „	5	„ „ „	1	„ „
Fünfpfündiges	„ „	4	„ „ „	1	„ „
Vierpfündiges	„ „	3	„ „ „	1	„ „
Zweistempliges (dreipfündiges)	„ „	2	„ „ „	1	„ „
Zweipfündiges	„ „	1	„ „ „	1	„ „

Das Probezinn enthält nach gesetzlicher Vorschrift in Oesterreich auf 10 Th. Zinn 1 Th. Blei; in Hannover auf 6 Th. Zinn 1 Th. Blei (Probe zum Sechsten) oder auf 10 Th. Zinn 1 Th. Blei (Probe zum Zehnten, Kronzinn); in Preußen auf 4, in Würtemberg auf 9 oder 4 Th. Zinn 1 Th. Blei. In Frankreich darf zu Gefäßen für Speisen und Getränke das Zinn nicht unter einem Gehalte von 82 Prozent (82 Zinn, 18 Blei, wobei das spezif. Gewicht 7,765 ist) verarbeitet werden. — Das zu den Orgelpfeifen angewendete Zinn ist mehr oder weniger mit Blei versetzt; den Gehalt desselben an reinem Zinn (die Löthigkeit) drückt man aus durch die Angabe, wie viel Gewichtstheile Zinn in 14 Th. des Gemisches enthalten sind. Am meisten wird zu diesen Pfeifen 10löthiges Zinn (aus 10 Th. Zinn, 4 Th. Blei) verarbeitet. Andere bestimmen die Löthigkeit nach dem Gehalte in 16 Theilen, und verarbeiten am gewöhnlichsten 12löthiges Zinn (aus 12 Zinn, 4 Blei). Die geringhaltigen Mischungen nennt der Orgelbauer Metall; solches Metall ist gewöhnlich 4- oder 5löthig. — 4 Zinn und 3 Blei ist eine taugliche und gebräuchliche Legirung zu Spielzeug (Soldatenfiguren u. dgl. m.). Leichtflüssiger Mischungen aus Zinn und Blei bedient man sich zum Löthen.

Mit einer Legirung aus 29 Zinn und 19 Blei, welche sich durch ihren schönen Glanz auszeichnet, bereitet man die so genannten Zinnbrillanten oder Fahluner Diamanten (zu Theaterschmuck u. dgl.), indem man facettirt geschliffene und polirte Glasstücke in die geschmolzene, vom Oxydhäutchen gereinigte Metallmischung taucht; bei deren Herausziehen bleibt ein Häutchen hängen, welches nach dem Erkalten von selbst abfällt und äußerlich rauh, innen aber mit spiegelndem Glanze versehen ist und, aus einiger Entfernung gesehen, die Wirkung eines im Relief geschliffenen Körpers macht.

Ein Gemisch von 62,5 Zinn und 37,5 Blei erstarrt nach dem Schmelzen in der ganzen Masse gleichmäßig; ist der Bleigehalt größer oder kleiner, so sondert sich zuerst ein Theil in Körnern aus und der Rest erstarrt später, so daß für kurze Zeit ein breiartiger Zustand eintritt, wobei das Ganze ein Gemenge zweier verschiedener Legirungen (einer auskrystallisirten und einer noch flüssigen) ist.

Man kann den Bleigehalt des Zinns annähernd nach dem Ansehen beurtheilen, welches dessen Oberfläche darbietet, wenn man es in einem Tiegel oder eisernen Löffel schmelzt und im Augenblicke, wo es die ersten Spuren der beginnenden Erstarrung zeigt, auf eine Fläche ausgießt (Zinnprobe). Reines oder sehr wenig bleihaltiges Zinn erscheint dann mit weißer glänzender Oberfläche; 1 Th. Zinn mit $^1/_4$ Th. Blei ist dicht mit nadelförmigen Krystallisationen bedeckt; 1 Zinn mit $^1/_2$ Blei zeigt große runde glänzende Flecken; 1 Zinn mit 1 Blei eben solche Flecken, aber kleiner und sehr zahlreich; 1 Zinn mit 2 bis $2^1/_2$ Blei einen matten, mit kleinen glänzenden Punkten besäten Grund; 1 Zinn mit 3 Blei endlich eine ganz matte, fast silberweiße Fläche, auf welcher nur Spuren von feinen glänzenden Punkten erkannt werden können. — Die Mischung von gleichviel Zinn und Blei wird durch die Kante des Fingernagels noch ein wenig geritzt; dies findet nicht mehr Statt, wenn die Menge des Zinns drei Viertel des Gemisches beträgt. Enthält die Legirung weniger als 15 Prozent Blei, so gibt sie auf weißem Papier keinen grauen Strich mehr; die an Blei reicheren Mischungen färben desto stärker ab, je mehr sie Blei enthalten.

An Orgelpfeifen (deren Komposition aus 96,23 Zinn und 3,77 Blei bestand), in einer etwa 200 Jahr alten Orgel, beobachtete man zahlreiche blasenartige Auftreibungen

nach außen (bis zu fast 40 mm Durchmesser und 12 mm Höhe), welche äußerst zerbrechlich, auf dem Bruche zinnweiß, glänzend und von schuppig krystallinischem Gefüge sich zeigten. Sind dieselben etwa den immer wiederholten Erzitterungen der Pfeifen beim Gebrauch zuzuschreiben, so erinnert diese Strukturveränderung an jene des Schmiedeisens unter analogen Umständen (S. 6).

Stark bleihaltigem Zinn gibt man öfters durch Zusatz von Antimon mehr Härte und Steifheit, wobei aber die Dehnbarkeit leidet und das Metall leichter schwarz wird (anläuft). Auch kleine Zusätze von Kupfer, Zink, Wismuth sind geeignet das Zinn härter zu machen. Für besondere Zwecke bereitet und verarbeitet man eine Menge verschiedener Zinnlegirungen mit größeren Antheilen eines oder mehrerer der genannten Metalle. Das Antimon spielt darin hauptsächlich eine Rolle, und nebst demselben das Kupfer, welches einen noch höheren Grad von Härte erzeugt.

Unter dem Namen Kassiterin wurde zu Küchengeräthen und Gefäßen aller Art früher eine Legirung von 89,5 Zinn, 5,6 Antimon, 4,2 Kupfer, 0,7 Zink vielfach verwendet.

Ein Beispiel von mit Blei übersetztem Zinn, in welchem das Antimon die Fehler verbessern sollte, ist das in schlechten Speiselöffeln gefundene Gemisch aus 48 Zinn, $48^1/_2$ Blei, $3^1/_2$ Antimon (spezif. Gewicht 8,709). Empfohlen hat man: 16 Zinn, 3 oder 4 Blei, 3 oder 4 Zink.

Britannia-Metall (métal anglais, métal britannique, *Britannia metal*) ist eine in neuerer Zeit viel angewendete Legirung, woraus Löffel, Thee- und Milchkannen, Leuchter, Salzfässer ꝛc verfertigt werden, theils durch Guß, theils von gewalzten Platten. Es hat eine bläulichweiße Farbe, eine größere Härte als reines Zinn und läßt sich mit Polirpulvern feinglänzend machen; im Gusse füllt es die Formen sehr gut, wodurch es sich zu verzierten Gegenständen trefflich eignet. Seine Zusammensetzung unterliegt bedeutenden Verschiedenheiten, wie folgende Angaben zeigen: 85,6 Zinn, 10,4 Antimon, 3 Zink, 1 Kupfer; — 100 Zinn, 7 Antimon, 2 Kupfer, 2 Messing; — 45 Zinn, 4 bis 9 Antimon, 1 Kupfer; — 18 Zinn, 6 Antimon, 1 Kupfer; — 20 Zinn, 5 Antimon, 1 Kupfer; — 91 Zinn, 7 Antimon, 1,5 Kupfer, 0,5 Nickel; — 87,5 Zinn, 5 Antimon, 5,5 Nickel, 2 Wismuth; — 10 Zinn, 1 Antimon (spezif. Gewicht 7,325 bis 7,361).

Zu weißen Tischglocken (Klingeln) hat man angewendet: $94^1/_2$ Zinn, 5 Kupfer, $^1/_2$ Antimon (Métal d'Alger); oder $97^1/_3$ Zinn, 2 Kupfer, $^2/_3$ Wismuth; oder auch nur 7 Zinn, 1 Antimon. — Zu Löffeln, Gabeln, Theekannen u. dgl. $85^1/_2$ Zinn, $14^1/_2$ Antimon (Métal argentin, spezif. Gewicht 7,23); oder 67,53 Zinn, 17,00 Antimon, 8,94 Zink, 3,26 Kupfer — 3,27 Verlust bei der Analyse (Minofor, minofor).

Zapfenlager-Metall (so genannter Weißguß) zu Zapfenlagern bei Maschinen, Achslagern für Eisenbahnwagen. a) Aus Zinn und Antimon: 3 Th. (auch wohl mehr, bis 5 oder 6 Th.) Zinn, 1 Th. Antimon. Das Antimon wird mit einem dem seinigen gleichen Gewichte Zinn zuerst geschmolzen, dann diese Mischung in das übrige schon flüssige Zinn gegossen und damit zusammengerührt. (Spezif. Gew. der Legirung, wenn auf 1 Th. Antimon vorhanden sind: 2,84 Th. Zinn 7,100; 4,74 Zinn 7,140; 9,48 Zinn 7,208; 18,97 Zinn 7,276). — b) Aus Zinn, Blei und Antimon: Man schmelzt $14^1/_2$ Zinn mit 16 Antimon zusammen und fügt 40 bis 90 Blei hinzu; oder 21 Zinn, 21 Blei, 8 Antimon. — c) Aus Zinn, Antimon und Kupfer, wegen der größeren Härte selbst unter starkem Drucke, z. B. bei Lokomotiv-Achsen sehr brauchbar; 58 bis 240 Zinn, 16 Antimon, 8 Kupfer; oder (nach abnehmendem Zinngehalte geordnet): 125 Zinn, 11 Antimon, 8 Kupfer; — 96 Z. 8 A. 4 K. (Babbitts Metall, *Babbitts metal*) — 83 Z. 11 A. 6 K. — 82 Z. 11 A. 7 K. — 80 Z. 15 A. 5 K. — 80 Z. 12 A. 8 K. — 76 Z. 17 A. 7 K. — 74 Z. 15 A. 11 K. — 10 Z. 1 A. 3 K. — 3. Z. 4 A. 2 K. Alle diese Kompositionen (unter a, b, c) gewähren durch ihre Leichtflüssigkeit den großen Vortheil gegen Messing und Bronze, daß man die Zapfenlager direkt um die Zapfen selbst gießen kann, wodurch das Ausbohren oder Ausdrehen erspart wird.

Metall zu den Kolbenringen der Dampfzylinder bei Lokomotiven: 13 Zinn, 2 Antimon, 1 Kupfer; oder die schon erwähnte Zusammensetzung aus 125 Zinn, 11 Antimon, 8 Kupfer. — Diese, wie die anderen vorstehenden Mischungen aus Zinn, Antimon und Kupfer, werden auf folgende Weise bereitet: Man schmelzt zuerst das Kupfer, fügt dann

das Antimon, hierauf etwa ein Drittel des Zinns hinzu, gießt das wohl umgerührte Gemisch zu dünnen Platten aus, schmelzt diese wieder ein und bringt nun den Rest des Zinns hinein; ohne diese Vorsicht entsteht kein ganz gleichförmiges Gemisch.

Metall zu Perkussions-Zündröhren (Schlagröhren) für Kanonen: 52 Zinn, 38 Blei, 10 Antimon.

Zinn, Blei und Wismuth geben leichtschmelzende, vor dem Erstarren nach der Schmelzung breiartig werdende und in diesem Zustande sehr feine Eindrücke annehmende, aber spröde Zusammensetzungen. Das Newton'sche oder d'Arcet'sche Metall, aus 3 Zinn, 5 Blei, 8 Wismuth, schmilzt bei 95° C.; das Rose'sche Metall, aus 1 Zinn, 1 Blei, 2 Wismuth (spezif. Gewicht 8,906) bei 94° C.; die Legirung aus 2 Zinn, 3 Blei, 5 Wismuth, bei 91° C. Alle diese Mischungen eignen sich zu Abklatschungen von Holz- und Messingschnitten für die Buchdruckerei, ganz besonders die zuletzt angeführte. Für die Herstellung von Kattundruck-Formen (im Besondern bei Modeldruck-Maschinen) sind angewendet: 1 Zinn, 1 Blei, 1 Wismuth; oder 3 Zinn, $2^1/_2$ Blei, 1 Wismuth; oder 6 Zinn, 3 Blei, 1 Wismuth; oder 48 Zinn, $32^1/_2$ Blei, $10^1/_2$ Wismuth, 9 Antimon; — zum Abgießen von Münzen (in Gypsformen) so wie zum Gießen kleiner Figuren u. dgl. 3 Zinn, 13 Blei, 6 Wismuth; — zu Medaillen-Abdrücken 1 Zinn, 1 Antimon, 2 Wismuth; oder 4 Wismuth, $2^1/_2$ Blei, 2 Zinn, 1 Schriftzeug (abgenutzte Buchdruckerlettern) bei möglichst geringer Hitze zusammengeschmolzen.

Pewter. Unter diesem Namen sind (in England) zu Geräthen verschiedene Legirungen des Zinns in Gebrauch, welche mehr oder weniger mit schon angeführten übereinstimmen; z. B. 4 Zinn, 1 Blei (*ley pewter*); 6 Zinn, 1 Antimon; — 50 Zinn, 4 Antimon, 1 Wismuth, 1 Kupfer (*plate pewter*); — Zinn mit verschiedenen Mengen Zink; — 56 Zinn, 8 Blei, 4 Kupfer, 1 Zink. Das beste Pewter, welches unter dem Namen *tin and temper* vorkommt, ist nur Zinn mit ein wenig Kupfer. Man bereitet eine Legirung (*temper* genannt) aus 1 Theil Kupfer mit 2 Th. Zinn, und setzt hiervon dem Zinn $^1/_2$ Prozent bis 4 Prozent seines Gewichtes zu.

Queen's metal besteht aus 9 Zinn, 1 Blei, 1 Antimon, 1 Wismuth. — Weißmetall (*white metal*) aus 10 Zinn, 2 Messing, 3 Zink.

Das potin gris der Franzosen (woraus Röhren, Hähne, Leuchter, Mörser rc. gemacht werden) enthält Zinn in Verbindung mit Blei, Zink, Antimon, Kupfer, Eisen, nach wandelbaren Mengenverhältnissen; es wird aus Messingabfällen mit Zusatz von Blei und Zinn bereitet.

Das Metall der Notendruckplatten ist Zinn mit etwas Antimon (z. B. 4 Z. 1 A.); oder eine Zusammensetzung aus 60 Zinn, 34,6 Blei, 5,4 Antimon.

Das einzige Erz, woraus das Zinn gewonnen wird, ist der Zinnstein (Zinngraupen, étain oxydé, *tin-stone*), welcher aus Zinnoxyd besteht, aber gewöhnlich eine Beimengung von Eisenoxyd enthält, und in Begleitung von Kupfer-, Eisen-, Arsen-, Antimon-Erzen, Zinkblende rc. vorkommt, von denen er durch einen Aufbereitungsprozeß möglichst zu trennen ist. Er wird gepocht, geschlämmt, geröstet (um die Verbindungen der fremden Metalle mit Schwefel zu zerstören), wieder geschlämmt, und endlich zwischen Holzkohlen in Schachtöfen mit Gebläse (Hohöfen), oder mit zerstoßener Steinkohle gemengt in Flammöfen verschmolzen[1]). Die Kohle nimmt den Sauerstoff des Zinnoxydes auf, und scheidet das Zinn in metallischer Gestalt ab. Zuweilen ist das so erhaltene Zinn rein genug, um in den Handel gebracht zu werden. Meistens aber enthält es bedeutende Antheile fremder Metalle, und muß daher durch das sogenannte Pauschen oder Raffiniren gereinigt werden. Da die beigemischten Metalle schwerer schmelzbar sind als das Zinn, so gießt man mit Kellen das geschmolzene unreine Zinn auf einen schrägen, mit glühenden Kohlen bedeckten Herd (Pauschherd), und läßt es über denselben langsam herabfließen. Indem es sich zwischen den Kohlen durchzieht, bleiben an letzteren und an dem Herde die weniger schmelzbaren Metalle (hauptsächlich Eisen), noch mit Zinn verbunden, hängen (Dörner). In England wird diese Reinigung auf eine etwas abgeänderte Weise vorgenommen und mehrmals wiederholt. Zum Verkauf wird das Zinn auf einer großen Kupferplatte zu einer Art Blech gegossen, welches man in Ballen zusammenrollt; oder man gießt es in Gestalt von Blöcken (Blockzinn, étain en saumons, *block-tin*). Körnerzinn,

[1]) Dumas, Bd. IV. — Karsten's Metallurgie, Bd. V.

étain en larmes, *grain-tin*, entsteht, indem man die Blöcke, bis fast zum Schmelzen erhitzt, von einer Höhe herabwirft, wobei sie in rundliche Stückchen zerspringen. Käufliches Zinn ist oft mit Blei bedeutend verunreinigt, jedoch mehr durch absichtlichen Zusatz als in Folge bleihaltigen Zinnerzes.

V. Blei (plomb, *lead*).

Die am meisten karakteristischen Eigenschaften dieses Metalles, nämlich seine lichtgraue Farbe, seine große Weichheit und sein bedeutendes spezifisches Gewicht sind hinlänglich bekannt. Frisch geschabte oder geschnittene Oberflächen zeigen einen sehr starken Glanz, der sich aber durch den Einfluß der Luft bald verliert. An Härte steht das Blei allen anderen in den mechanischen Gewerben verarbeiteten Metallen nach; es läßt sich leicht biegen, mit dem Messer schneiden, nimmt selbst von dem Fingernagel Eindrücke an, und färbt, auf Papier oder an den Händen gerieben, ziemlich stark ab. Durch Bearbeitung nimmt die Härte nicht merklich zu. Das spezifische Gewicht des reinen Bleies ist 11,380 bis 11,445; das käufliche, durch Verunreinigung mit anderen Metallen etwas leichtere Blei hat ein spezifisches Gewicht von 11,30 bis 11,40. Auf den Bruchflächen zeigt das Blei eine gleichartige, bald körnige, bald fasrige Beschaffenheit. Es ist unter den gewöhnlichen Umständen sehr dehnbar, sodaß es erst nach sehr oftmaligem Hin- und Herbiegen abbricht, und sich mit der größten Leichtigkeit hämmern und zu dünnen Blättern auswalzen läßt. Bis fast zum Schmelzen erhitzt wird es aber, gleich dem Zinn, so spröde, daß es durch starke Hammerschläge oder heftig gegen den harten Fußboden geschleudert, in Stücke bricht, welche auf dem Bruche ein krystallinisches Gefüge zeigen. Gefeilt kann das Blei nicht ohne Unbequemlichkeit werden, weil die Feilspäne durch ihre Weichheit sich in die Vertiefungen der Feile hineinschmieren und dieselben verstopfen (hier noch schneller als bei Zinn und Zink). Raspeln greifen besser an. Die Arbeiter nennen Metalle, welche ein solches Verhalten zeigen, pelzig. Mehr oder weniger ist diese Eigenschaft auch störend, wenn man das Blei mit der Säge schneidet, wobei durch Aufgießen von Wasser die Arbeit erleichtert wird, weil dieses das Zusammenkleben der Späne verhindert.

Die große Weichheit des Bleies bestätigt sich durch die merkwürdige, wiederholt beobachtete Erscheinung, daß es von manchen Insekten (z. B. der Holzwespe, Sirex gigas) gelegentlich wie Holz durchbohrt wird, was bisher bei keinem andern Metall sich ereignete.

Die absolute Festigkeit des Bleies ist sehr unbedeutend; man hat sie, für 1 □^{mm} bei gegossenem Blei durchschnittlich 0,95^{kg}, bei gewalzten Platten 0,83 bis 1,73, bei Draht 2,13 bis 2,32^{kg} gefunden. Die Schmelzhitze des Bleies fällt auf 323° C. (nach anderer Angabe 334° C.), also noch vor dem Glühen. Schon beim Liegen an der Luft oxydirt sich das Blei, und überzieht sich mit einer dünnen Kruste (Bleisuboxyd), welche allmälig noch mehr Sauerstoff und überdies Kohlensäure aufnimmt, und zu einem weißen, pulverigen, lose anhängenden Ueberzuge von kohlensaurem Bleioxyde wird. Viel schneller erfolgt die Oxydation beim Schmelzen unter Luftzutritt, wobei das Metall anfangs mit einer feinen, in Regenbogenfarben spielenden Haut, hernach aber mit einer grauen Kruste von Suboxyd (Bleiasche, Bleikrätze, cendre de plomb, *lead-ashes*) sich bedeckt.

Die Bleiasche wird durch Glühen nach und nach zu gelbem Bleioxyd (Bleigelb, Massikot, Neugelb, Königsgelb, massicot, *yellow lead*), und dieses bei anhaltend fortgesetzter schwacher Glühhitze zu rothem Bleioxyd (Mennige, minium, mine orange, mine anglaise, *minium*, *red lead*). In dem gelben Bleioxyde sind 92,8 Prozent, im rothen 90,6 Prozent Blei enthalten. Die Bleioxyde schmelzen in mäßig starker Rothglühhitze, werden sehr dünnflüssig, greifen die irdenen Schmelzgefäße sehr stark an, und durchdringen sie. Die Glätte oder Bleiglätte (Gold- und Silberglätte), litharge, *litharge*, ist ein halbgeschmolzenes gelbes Bleioxyd. In starker Glühhitze verdampft das Blei, und die Dämpfe verwandeln sich zugleich durch den Einfluß der Luft in Bleioxyd.

Das meiste käufliche Blei ist mehr oder weniger (zu 1 bis 2 Prozent) mit fremden Metallen verunreinigt. Sehr oft enthält es eine äußerst kleine Menge Silber;

gewöhnliche Verunreinigungen sind ferner Kupfer und Antimon, seltener Zink und Arsen, noch seltener Eisen. Diese Beimischungen verringern das spezifische Gewicht und zum Theil in etwas die Dehnbarkeit, vermehren aber die Härte und größtentheils auch die Festigkeit. Sehr häufig ist dem Blei eine kleine Quantität Bleisuboxyd beigemengt, namentlich wenn es öfter unter Luftzutritt umgeschmolzen wurde, und auch hierdurch wird seine Härte und Festigkeit vergrößert. Ein von antimonhaltigen Erzen herrührendes, mit Antimon (5 und mehr Prozent des Ganzen) und kleinen Antheilen Arsen, Kupfer, Eisen, Zink (zusammen 0,07 bis 6,5 Proz.) verunreinigtes Blei ist das sogenannte Hartblei, Antimonialblei, plomb aigre (spez. Gew. 9,33 bis 10,44). Die Eigenschaft des Bleies, durch Zusatz von Antimon (regulus antimonii, daher oft kurzweg Regulus, régule, genannt) viel härter zu werden, benutzt man bei der Zusammensetzung des Schriftgießer-Metalls, und verschiedener Arten von Zapfenlagermetall.

Der Antimongehalt des Hartbleies steigt oft bis an 20 Prozent; man wendet es zu mancherlei Gußartikeln an, und bereitet es hierzu auch absichtlich durch Zusammenschmelzen von Blei mit etwas Antimon. Schon 1 Th. Antimon auf 16 Th. Blei gibt ein Gemisch von viel größerer Härte als Blei; dasselbe schmilzt bei 264° C., ist zwar im gegossenen Zustande so spröde, daß es beim ersten Biegen zerbricht, läßt sich aber dennoch zu Draht ziehen und wird dadurch allmälig sehr biegsam. — Das Schriftgießer-Metall (Schriftzeug) ist von sehr verschiedener Zusammensetzung: gewöhnlich nimmt man 4 bis 5 Blei auf 1 Antimon, zu den feinsten Buchdruckerlettern wohl nur 3, zu den größten dagegen bis 6 oder 7, zu den sogenannten Ausschließungen, Stegen 2c. bis 16 Blei auf 1 Antimon; bei 22 Antimon auf 78 Blei hat es das spezif. Gewicht 9,54, bei 20 Antimon auf 80 Blei 9,854. Nach anderen Angaben ist das spez. Gewicht bei folgenden Mengen Blei auf 1 Th. Antimon:

0,32 Th. Blei	= 7,432	3,39 Th. Blei	= 9,811
0,40 „ „	= 7,525	4,81 „ „	= 10,136
0,53 „ „	= 7,830	5,09 „ „	= 10,144
0,80 „ „	= 8,330	6,42 „ „	= 10,387
1,60 „ „	= 8,953	8,02 „ „	= 10,556
1,70 „ „	= 8,989	8,48 „ „	= 10,586
3,22 „ „	= 9,723	19,96 „ „	= 10,930

Ein Zusatz von Eisen oder Kupfer (bis 5 Prozent) vermehrt die Härte und Dauerhaftigkeit des Schriftzeuges sehr; die Schmelzbarkeit zu erhöhen fügt man zuweilen Wismuth bei (z. B. 10 Blei, 2 Antimon, 1 Wismuth). Zu Stereotypenplatten versetzt man gern das Schriftmetall mit 1 bis 2 Prozent Zinn. In England ist ein Gemisch von 3 Zinn und 1 Antimon mit 1 bis 2 Blei (oder auch ganz ohne Blei) als hartes — aber freilich auch theures — Letternmetall empfohlen worden. Käufliche englische Buchdruckerschriften von vorzüglicher Beschaffenheit fand man folgendermaßen zusammengesetzt:

Blei	55	61,3	69,2
Antimon	22,7	18,8	19,5
Zinn	22,1	20,2	9,1
Kupfer	—	—	1,7
	99,8	100,3	99,5

Ein bewährtes französisches Schriftzeug ist aus 55 Blei, 30 Antimon, 15 Zinn gemischt; beim Einschmelzen abgenutzter Lettern 74 von diesen, 14 Antimon, 12 Zinn.

17 Blei, 3 Antimon; oder 3 Blei, 5 Antimon, 2 Zink; oder 3 Blei, 1 Zinn, 1 Antimon; oder 20 Blei, 3 Antimon, 2 Kupfer sind brauchbare Gemische zu Zapfenlagern bei Maschinen, selbst zu Achslagern an Eisenbahnwagen (mit Ausnahme der Lokomotiven). — Zu kleinen Räder-Gußmodellen, deren Zähne auf der Theilmaschine eingeschnitten werden, empfiehlt man eine Zusammensetzung aus 5 Blei, 4 Zink, 1 Antimon. — Zu Gußartikeln (z. B. Ornamenten u. dgl.) ist eine Mischung aus 76 Blei, 12 Zinn, 12 Zink empfohlen worden, die jedoch schwerlich große Vorzüge vor dem Hartblei haben möchte.

Das Blei kommt in mehreren Mineralien vor, theils an Schwefel, theils an Sauerstoff gebunden; im letzten Falle genügt zu seiner Gewinnung eine einfache Ausschmelzung mit Kohle, im ersten Falle ist dagegen ein weitläufigeres Verfahren erforderlich, nämlich entweder die sogenannte Röstarbeit oder die Niederschlags-

arbeit. Vorher werden die größeren reinen Erzstücke durch Handscheidung (triage à la main) abgesondert, die in kleineren Theilen eingesprengten Massen hingegen in einem Pochwerke (bocard, *stamp mill, stamping mill*) gepocht, und durch Schlämmen (Waschen, lavage, *washing*) möglichst von Gangart befreit[1]).

Das durch eine der beiden Methoden gewonnene Blei heißt Kaufblei (plomb marchand), wenn es sogleich in den Handel gebracht werden kann; und Werkblei (Werk, plomb d'oeuvre, *raw lead, workable lead*), wenn es so viel Silber enthält, daß die Abscheidung des letztern durch Abtreiben sich lohnt. In diesem zweiten Falle verwandelt sich das Blei in Glätte, welche theils als Kaufglätte Handelsware ist, theils als Frischglätte in Krummöfen auf Blei (Frischblei, Glättblei, Weichblei, plomb raffiné, plomb doux, *refined lead*) verschmolzen (gefrischt, revivifié) wird. Das Kaufblei bedarf oft einer Reinigung von zu großem Gehalte fremder Metalle, welche dadurch bewirkt wird, daß man das unreine Blei auf einem durch Flammfeuer erhitzten schrägen Herde bei gelinder Hitze umschmelzt, wobei es gereinigt abläuft, während die schwerflüssigeren Beimischungen auf dem Herde liegen bleiben. Für den Verkauf wird das Blei in eiserne Formen geschöpft, worin es die Gestalt länglich viereckiger Blöcke (Mulden, Gänze, saumons, *pigs*) erhält.

Diese im Handel vorkommenden Bleiblöcke sind zuweilen durch Stücke Gußeisen oder anderes altes Eisen, welche beim Gießen darin eingeschlossen wurden, verfälscht. Ein solcher Betrug, der sonst nur erst beim Entzweihauen sich offenbart, kann mittelst des spezifischen Gewichts und zwar am einfachsten auf die Weise entdeckt werden, daß man die Blöcke auf einer Wage mit bleiernen Gewichten abwägt, dann beide Wagschalen gleichzeitig in Wasser senkt, wobei das Gleichgewicht gar nicht oder nur unbedeutend gestört werden darf.

IV. Gelbkupfer (Messing und Tombak).

Die Legirungen des Kupfers mit Zink bezeichnen wir im Allgemeinen mit dem Namen Gelbkupfer, obschon dies kein in der Technik gebräuchlicher Ausdruck ist. Diejenigen darunter, welche mehr Zink enthalten, und daher weniger von den Eigenschaften des reinen Kupfers besitzen, nennt man Messing (cuivre, cuivre jaune, laiton, *brass, yellow brass*); die mit einem kleineren Antheile Zink, welche sich minder auffallend vom Kupfer unterscheiden, heißen Tombak (rothes Messing, als Gußware Rothguß; tombac, bronze, wohl auch cuivre demi-rouge, *tombac, red brass*). Zu letzterem gehören auch verschiedene Mischungen, bei deren Zusammensetzung man eine mehr oder weniger goldähnliche Farbe zu erreichen strebt, und welche mancherlei Namen führen, als Pinchbeak (Pinschbeck), Semilor, Manheimer Gold, Prinzmetall u. s. w. Eine öfters gebrauchte allgemeine Benennung für verschiedene dieser Legirungen ist: Komposition.

Im Ganzen genommen hat das Gelbkupfer (wie der Name anzeigt) eine gelbe Farbe; allein diese ist nur bei einem gewissen Verhältnisse der Bestandtheile (bei dem eigentlichen Messing) rein hellgelb, und modifizirt sich auf eine merkwürdige Weise so, daß sie zwar von der Größe des Zinkgehaltes abhängt, aber die Farbeabstufungen nicht gleichen Schritt mit der Menge des Zinks halten. Schon durch eine kleine Menge Zink wird die rothe Farbe des Kupfers blässer; vom Röthlichen geht sie mit steigendem Zinkgehalt ins Röthlich- oder Bräunlichgelbe über (Tombakfarbe, bei etwa 12 bis 19 Zink in 100). Von da an wird die Farbe mehr und mehr hellgelb (messinggelb) in dem Maße wie der Zinkgehalt zunimmt, bis 30 Prozent. Bei 32 Zink in 100 ist

---

[1]) Karsten's Metallurgie, Band V.; — Technol. Encykl. Bd. II. Artikel: Blei. — Dumas, Band IV. — Beschreibung der Oberharzer Hüttenprozesse, von Br. Kerl. Clausthal 1852. — Die Rammelsberger Hüttenprozesse von Br. Kerl, Clausthal 1854, S. 18. — Bulletin d'Encouragement 1859, p. 674. — Stohmann, Encyklopäd. Handbuch der technischen Chemie, 1. Bd. Braunschweig 1865, S. 853.

die Legirung schon nicht mehr rein messinggelb, sondern mit einem Stich ins Röthliche getrieben, der nun weiter zunimmt; bei 41 Prozent Zink erscheint die Farbe röthlichgelb; bei 48 Prozent fast goldgelb; bei 53 Prozent schon wieder viel blässer und nur noch röthlichweiß; bei 56 Prozent gelblichweiß; bei 64 Prozent bläulichweiß; bei 75 bis 90 Prozent hellbleigrau, von wo der Uebergang in die bekannte Farbe des reinen Zinks Statt findet. Je größer die Menge des Kupfers wird, desto dehnbarer ist im Allgemeinen das Gemisch; die größte Geschmeidigkeit scheint vorhanden zu sein, wenn das Zink 15 bis 20 Proz. der Mischung beträgt, wiewohl alle Zusammensetzungen, in welchen das Zink höchstens 40 Prozent ausmacht, sich bei gewöhnlicher Temperatur sehr gut hämmern, walzen und zu Draht ziehen lassen. In der Glühhitze zeigen die Sorten mit 35 bis 40 Prozent Zinkgehalt sich sehr gut streckbar unter Hammer und Walzen (schmiedbares Messing, Neumessing); die übrigen dagegen erhalten leicht Brüche oder Risse, und sind daher nur kalt zu strecken. Bei einem über 45 Proz. steigenden Zinkgehalte nimmt die Dehnbarkeit sehr ab; und wenn das Zink 60 Proz. oder mehr ausmacht, so ist das Metall bei allen Temperaturen spröde: nur erst bei einem sehr großen Zinkgehalte (wenigstens 90 Prozent gegen 10 Prozent Kupfer) tritt wieder einige Dehnbarkeit ein, namentlich im erwärmten — doch lange noch nicht glühenden — Zustande, ähnlich wie bei unvermischtem Zink (S. 38).

Zur technischen Verarbeitung eignen sich hiernach wesentlich nur diejenigen Gelbkupfer-Sorten, in welchen die Menge des Kupfers die des Zinks überwiegt. Diese haben bei der Anwendung vor dem reinen Kupfer den Vorzug der schönen Farbe, der größern Dauerhaftigkeit an der Luft (indem sie weniger anlaufen und nicht so leicht Grünspan bilden), der größern Härte, der leichtern Schmelzbarkeit, und der weit größern Tauglichkeit zu Gußwaren (weil sie die Formen gut füllen, und dichte Güsse liefern). Dabei besitzen sie noch Dehnbarkeit genug, um sich zu dünnem Bleche und zu feinem Drahte verarbeiten zu lassen. Gegossenes Messing, welches noch nicht weiter durch Hämmern oder Walzen bearbeitet ist, widersteht kalt wie glühend starken Schlägen oder Stößen nicht, sondern bricht — wie auch beim Biegen — ab; sein Bruchgefüge ist strahlig-krystallinisch, in dünnen Stücken mattkörnig. Durch das Hämmern, Walzen, Drahtziehen ändert sich die Textur ins Feinkörnige und Faserige, womit ausgezeichnete Vermehrung der Geschmeidigkeit verbunden ist, namentlich wenn die bei jenen Bearbeitungen entstehende Härte durch Glühen und Wiedererkalten beseitigt wird. Das Tombak wird vorzugsweise angewendet, wo Weichheit, große Dehnbarkeit und ein wärmerer Farbeton Haupterfordernisse sind (wie z. B. bei kleinen und feinen Arbeiten aus Blech oder Draht, und bei Gegenständen, welche vergoldet werden sollen, denn auf der rötheren Grundfarbe des Tombaks erhält die Vergoldung mehr Schönheit und ist mit geringerem Goldaufwande zu beschaffen). Das Messing dagegen ist (weil es mehr von dem wohlfeilen Zink enthält) niedriger im Preise, eignet sich ebenfalls sehr gut zu Gußwaren, und besser zu Gegenständen, welche Härte und Steifheit bedürfen (wie Blechgefäße, Stecknadeln 2c.).

Die Menge des Zinks beträgt im gewöhnlichen Messing 24 bis 36 Proz., durchschnittlich also 30 Prozent ungefähr; im Tombak nur 8 bis 18, und zuweilen noch unter 8 bis herab zu 2 Prozent. Das Uebrige ist Kupfer, bis auf eine kleine Menge Zinn und Blei, welche sich fast immer vorfinden, das Zinn zu $^1/_6$ bis $1^1/_2$ Prozent (im Gußtombak sogar zu 3 Prozent), das Blei zu $^1/_5$ bis gegen 3 Prozent; auch ein kleiner Antheil Eisen (bis gegen 1 Prozent) kommt nicht ganz selten als zufällige Verunreinigung vor. Zinn und Blei stammen leicht davon her, daß altes Kupfer oder Messing eingeschmolzen worden sind, an welchen sich Schnell-Loth oder Verzinnung befunden hat; außerdem kann Blei auch im Kupfer oder im Zink enthalten gewesen sein. Bei der Anwendung zu Gußwaren schaden jene Verunreinigungen durchaus nicht, wohl aber bei der Verarbeitung zu Draht und Blech, da sie die Dehnbarkeit des Gemisches vermindern. Bleihaltiges Messing und Tombak lassen sich vorzugsweise gut auf der Drehbank verarbeiten, indem die Drehspäne sich nicht an den Drehstahl hängen. Man pflegt deshalb bei der Bereitung von Gußmessing (besonders aber Gußtombak) zu solchen Arbeiten, welche gedreht werden müssen, auf einen Tiegel von 20^{kg} unmittelbar vor dem Ausgießen $^1/_4{}^{kg}$ Blei zuzusetzen und einzurühren. Da nach Obigem die Zusammensetzung des

Tombaks weit mehr variirt als jene des Messings, so hat man wohl rücksichtlich des erstern in den Fabriken die Gewohnheit, dessen Mischung durch einen leichtverständlichen Ausdruck näher anzugeben. Man nennt nämlich z. B. 4-, 5-, 6löthiges Tombak dasjenige, zu welchem auf 32 Theile Kupfer 4, 5, 6 Theile Zink genommen werden. Hier folgen Analysen von verschiedenen Messing- und Tombak-Sorten:

Messing	1)		2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
Kupfer	60,66	66,06	61,6	64,6	63,66	64,8	63,70	64,45	68,1	70,1	70,29
Zink	36,88	31,46	35,3	33,7	33,02	32,8	33,55	32,44	31,9	29,9	29,26
Blei	—	—	2,9	1,4	2,52	2,0	0,25	2,86	—	—	0,28
Zinn	1,35	1,43	0,2	0,2	—	0,4	2,50	0,25	—	—	0,17
	98,89	98,95	100	99,9	99,20	100	100	100	100	100	100

	11)	12)	13)	14)	15)	16)
Kupfer	71,5	71,36	71,89	71,0	70,16	70,90
Zink	28,5	28,15	27,63	27,6	27,45	24,05
Blei	—	—	—	1,3	0,20	3,05
Zinn	—	—	0,85	—	0,79	2,00
	100	99,51	100,37	99,9	98,60	100

Tombak	17)	18)	19)	20)	21)	22)	23)	24)	25)	26)	27)	28)
Kupfer	78	82	82,0	82,3	80	85	85,3	86	86,38	90,0	92	97,8
Zink	18	18	18,0	17,5	17	15	14,7	14	13,61	7,9	8	2,2
Blei	2	3	1,5	—	—	—	—	—	—	1,6	—	—
Zinn	2	1	3,0	0,2	3	Spur	—	—	—	—	—	—
	100	104	104,5	100	100	100	100	100	99,99	99,5	100	100

Die Nummern bedeuten: 1) Gußmessing (Uhrräder); 2) Gußmessing von unbekanntem Ursprunge; 3) Messingblech von Jemappes; 4) Messingblech, auffallend spröde; 5) Messingblech von Stolberg bei Aachen; 6) 7) Messing zum Vergolden; 8) Gutes Messingblech aus Wien; 9) Messingblech von Romilly; 10) Messingdraht aus England; 11) 12) Messingblech; 13) Messingdraht aus Augsburg; 14) Messingblech; 15) Messingdraht von Neustadt-Eberswalde unweit Berlin; 16) wie 6) und 7).

17—20) Tombak zu vergoldeten Waren; 21) französisches Tombak zu Gewehrbeschlägen; 22) Tombak von der Okerhütte bei Goslar; 23) Gelbliches Tombak aus Paris, zu vergoldeten Schmuckwaren; 24) Tombak zu vergoldeten Waren, aus Hannover; 25) englisches Gußtombak; 26) Tombak zu unechtem nicht vergoldetem Schmuck (s. g. Chrysochalk, chrisocale); 27) rothes Tombak aus Paris; 28) rothes Tombak aus Wien.

Gußmessing wird sehr gewöhnlich aus 2 Kupfer, 1 Zink zusammengesetzt, Messing zu Draht und Blech aus 8 Kupfer, 3 Zink. Gußtombak aus 87 Kupfer, 13 Zink soll vorzüglich scharfe Güsse, Messing aus 76 Kupfer, 24 Zink besonders gutes Blech zum Beschlag der Seeschiffe liefern.

Eine englische Probe von schmiedbarem Messing, welches sich glühend schmieden und zu Blech auswalzen läßt, fand sich aus 65,03 Kupfer, 34,76 Zink und Spuren von Blei zusammengesetzt. Bei Versuchen zur Nachahmung desselben zeigte sich am geschmeidigsten eine Mischung von 33 Kupfer und 25 Zink (58), welche nach dem Schmelzen 55 wog, nun also aus 60 Kupfer, 40 Zink bestand; nicht so ausgezeichnet, aber noch sehr schmiedbar fand man die Zusammensetzung von 33 Kupfer, 20 Zink (53), welche nach dem Schmelzen 52 wog, folglich 63,5 Kupfer, 36,5 Zink enthielt. Eine andere analysirte Sorte bestand aus 58,16 Kupfer, 41,84 Zink. Diese Art Messing ist in England von Muntz erfunden und zu Schiffsbolzen wie zum Schiffsbeschlag eingeführt worden, daher sie dort und anderwärts jetzt unter dem Namen Muntz-Metall *(Muntz's yellow metal*, irrig: Münzmetall) vorkommt. Der Erfinder gibt die Zusammensetzung an, wie folgt: 60 Kupfer, 40 Zink; oder: 56 Kupfer, 40¾ Zink, 3¼ Blei. — Durch einen kleinen Eisenzusatz erlangt das Muntzmetall, ohne seine Dehnbarkeit im kalten und rothglühenden Zustande einzubüßen, eine sehr vermehrte Härte und eine außerordentlich große absolute Festigkeit, welche wohl selbst jene des Schmiedeisens übersteigt: von dieser Art ist das in Wien erfundene und nach dem Erfinder benannte Aich-Metall, welches am besten aus 60 Kupfer, 38,2 Zink und 1,8 Eisen gebildet werden soll (spez. Gew. 8,37 bis 8,40; absolute Festigkeit für 1 □ ^{mm} im geschmiedeten Zustande 37,4 bis 44, hartgehämmert 64,5 bis 72,5 ^{kg}, in dem jedoch der Eisengehalt von 0,5 bis 3,0 Prozent schwanken und der Zinkgehalt auf 42 Prozent steigen kann. Eine Varietät des schmiedbaren Messings,

welche unter dem Namen Sterrometall zum Vorschein kam, soll sich für den Kanonenguß erprobt haben.

Gebräuchliche Vorschriften zu Tombak sind: zu Blech 16 Kupfer, 3 Zink; zu vergoldeter Ware 64 Kupfer, 4 bis 5 Zink; oder 8 Kupfer, 3 Messing (Zinkgehalt im letztern Falle ungefähr 7 Prozent). Zinkarmes Gußtombak, aus 32 Kupfer und 1 bis 3 Zink oder 4 bis 12 Kupfer und 1 Messing bereitet (also etwa 2 bis $8^1/_2$ Prozent Zink enthaltend) wird in England *copper casting* genannt.

Chrysorin oder *mosaic gold*, von schöner hochgelber Farbe, mit wenig Gold sehr schön zu vergolden, wird aus 100 Kupfer und 51 (nach einer andern Anweisung 50 bis 55) Zink dargestellt. Man gibt auf den Boden des Schmelztiegels die Hälfte des Zinkes, darüber das Kupfer, und schmelzt unter einer Decke von gebranntem Borax bei möglichst gemäßigter Hitze (um Zinkverflüchtigung zu vermeiden). Ist die Schmelzung eingetreten, so setzt man das übrige Zink in kleinen erhitzten Stücken unter Umrühren rasch zu und gießt sogleich aus.

112 Kupfer, 48 Messing und 1 Zinn geben eine goldfarbige Mischung (in welcher wohl 90,4 Kupfer, 9 Zink, 0,6 Zinn enthalten sein mögen, welche also weiter nichts ist als ein auf Umwegen bereitetes Tombak). Hier ist das sehr schön goldfarbige Oreïd (oréide) anzuführen, welches in Paris zu Löffeln, Gabeln ꝛc. verarbeitet wird und nach einer Analyse 90 Kupfer, 10 Zink (nach einer andern 79,7 Kupfer, 13,05 Zink, 6,09 Nickel, 0,28 Eisen, 0,09 Zinn = 99,21) enthält, angeblich aber durch Schmelzen von 100 Kupfer mit 17 Zink bereitet werden soll; ferner das Talmigold, goldplattirtes Tombak (auf 100 Kupfer 9 bis 20 Zink, zuweilen mit 1 Zinn), bei welchem der Goldgehalt selten 1 Prozent überschreitet[1]). — Das in England gebräuchliche *Bath*-Metall wird aus 32 Messing und 9 Zink zusammengeschmolzen, enthält also ungefähr 45 Prozent Zink. — In Birmingham gießt man Knöpfe aus einer fast weißen Mischung (*Platina* genannt), welche aus 8 Messing und 5 Zink, also annähernd aus 43 Kupfer, 57 Zink besteht. — Pinschbeck (*pinchbeck*) soll aus 1 Th. Messing, 2 Th. Kupfer (daher ungefähr 90 Kupfer, 10 Zink), Prinzmetall (*princes metal*) aus 2 oder 3 Kupfer und 1 Zink, Mannheimer-Gold aus 16 Kupfer, 3 bis 4 Zink, oder aus 7 Kupfer, 3 Messing, $1^1/_2$ Zinn (etwa 79 Kupfer, 8 Zink, 13 Zinn) bestehen.

Eine zu Schmuckwaren taugliche, an Farbe dem 14karatigen Golde nahe kommende Legirung entsteht durch Zusammenschmelzen von 29 Kupfer, 38 Messing, 10 fein Silber mit etwas Borax; sie enthält in 100 Theilen etwa 69 Kupfer, 18 Zink, 13 Silber.

Zu Stempeln und Formen für Ledervergoldung (in der Buchbinderei ꝛc.) wird eine Mischung aus 100 gewöhnlichem guten Messing, 5 Zink, 3 Antimon empfohlen, welche hart ist und sich so dicht gießt, daß sie zu den feinsten Gravirungen sich eignet.

Das potin jaune der Franzosen ist ein sehr unreines (stark blei- und zinn-, auch eisenhaltiges) daher hartes und sprödes, nur zu groben Gußwaren taugliches Messing, welches durch Einschmelzen von altem Bruchmessing und Messingabfällen aller Art bereitet wird. Durch größeren Zinn- und Bleigehalt geht dasselbe in potin gris über (S. 43).

Das spezifische Gewicht der Gelbkupfer-Sorten ist sehr verschieden und fällt desto größer aus, je reicher die Mischung an Kupfer und je mehr sie durch Bearbeitung verdichtet ist. So schwankt nach mehreren Angaben das spezifische Gewicht des gegossenen Messings zwischen 7,82 und 9,51. Karmarsch hat bei Messing aus verschiedenen Fabriken das spezifische Gewicht von Blech 8,52 bis 8,62, von Draht 8,49 bis 8,73, von Guß ein Mal 8,71 gefunden. Gegossenes Messing soll bei 25,4 Prozent Zinkgehalt 8,397, bei 30 Prozent 8,443, bei 33,8 Prozent 8,299, bei 38 Proz. 8,440 Gewicht haben. Blech aus Tombak, welches $15^3/_4$ Prozent Zink enthielt, zeigte das spezifische Gewicht 8,788; andere Angaben sind: Gußtombak von 10 Prozent Zinkgehalt = 8,606, von 14,6 Prozent = 8,591, von 17 Prozent = 8,515; Tombakdraht von $12^1/_2$ Prozent = 9,00. Eben so verschieden ist auch die absolute Festigkeit. Man findet sie für Gußmessing zu $12{,}6^{kg}$, für Draht $33{,}1^{kg}$ auf 1 □^{mm} angegeben. Karmarsch ermittelte sie für dünne Drähte, wenn sie hartgezogen waren, zu 41,3 bis $79{,}3^{kg}$ und ausgeglüht zu 32,3 bis $39{,}2^{kg}$. Der Schmelzpunkt des Messings und Tombaks liegt in der Rothglühhitze, und zwar desto niedriger, je größer der Zinkgehalt ist. Nach Daniell schmilzt Messing, welches gleichviel Zink und Kupfer ent-

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 382.

hält, bei 912° C., solches aber, welches aus 3 Theilen Kupfer und 1 Theil Zink besteht, bei 921° C. (?) Beim Glühen unter Luftzutritt überzieht sich das Gelbkupfer mit einer dünnen, schwätzlichen Oxydhaut, welche durch Säuren wieder weggeschafft werden kann. Jedes Umschmelzen, ja schon bloßes Glühen, des Gelbkupfers verflüchtigt etwas Zink, wodurch die Farbe röther wird.

Die Verbindung des Kupfers mit dem Zink erfolgt schon (oberflächlich), wenn man ersteres im glühenden Zustande den Dämpfen von Zink aussetzt; man macht in der That von diesem Verfahren Gebrauch bei der Bereitung des sogenannten zementirten Drahtes. Die Messingfabrikation (mit welcher die Darstellung des Tombaks zusammenfällt) besteht in dem Zusammenschmelzen des Kupfers mit Zink. Letzteres wurde bei diesem Prozesse ehemals im oxydirten Zustande (Galmei, Ofenbruch, geröstete Blende), wird aber jetzt stets als regulinisches Metall angewendet. Möglichst reines Kupfer ist jederzeit eine Bedingung zur Erzeugung eines recht dehnbaren Messings; doch schaden nur die im Kupfer befindlichen fremden Metalle, nicht das Kupferoxydul, weil dieses beim Messingmachen reduzirt wird. Daher ist die Hammergare des Kupfers hier nicht unumgänglich nöthig.

Aeltere Bereitung des Messings mit Galmei, Ofenbruch oder gerösteter Blende. — Da diese Materialien das Zink als Oxyd enthalten, so kommt es darauf an, die Reduktion dieses Oxydes zu Metall, und das Zusammenschmelzen dieses Letzteren mit dem Kupfer in einer Operation zu verbinden. Die genannten zinkhaltigen Materialien werden deshalb gepocht und mit Zusatz von Holzkohlenstaub nebst dem in kleine Stücke zerbrochenen, besser (durch Eingießen in Wasser) granulirten Kupfer in thönerne Tiegel gegeben, deren 4 bis 9 in einem Windofen stehen. Man beschickt die Tiegel mit einem Gemenge aus 3 Theilen Kupfer, 5 Theilen Galmei und 2 Theilen Kohlenstaub (oder 27,5 kg Kupfer, 41,5 kg Galmei, ein Drittel des Volumens beider an Kohlenstaub, zur Füllung von 7 Tiegeln). Das Schmelzen dauert gegen 12 Stunden. Man gießt den Inhalt aller Tiegel in einen einzigen größeren Tiegel (den Gießer) zusammen, leert diesen in eine erwärmte Sandgrube vor dem Ofen aus und zerschlägt das erstarrte, noch heiße Messing in Stücke. Dieses Produkt wird Stückmessing (Rohmessing, Arco, arcot) genannt und entweder an Gelbgießer, welche sich nicht selbst ihr Messing bereiten, verkauft, oder mit Zusatz von altem Messing oder Messing-Abfällen, Kupfer, Galmei und Kohlenstaub ein zweites Mal geschmolzen, worauf man wieder den Inhalt aller Tiegel in dem Gießer vereinigt, mit einem Eisenstabe gut umrührt und endlich zu Platten gießt.

Bereitung des Messings mit metallischem Zink. — Der Schmelzofen (Messingbrennofen)[1]), auf 4 bis 9 Tiegel (einer in der Mitte, die übrigen im Kreise herumstehend) eingerichtet, ist so angelegt, daß seine obere Mündung (die Krone) in gleicher Höhe mit dem Fußboden der Hütte sich befindet, damit die Tiegel bequem eingesetzt und ausgehoben werden können. Die Heizung geschieht mit Holzkohlen oder Steinkohlen, womit die Tiegel ganz umgeben sind; bei Steinkohlenfeuerung können die Tiegel auch so gestellt sein, daß sie die Hitze nur durch die vom Roste aufsteigende Flamme empfangen. Man füllt die Tiegel schichtenweise mit Kupfer und Zink in dem gehörigen Verhältnisse und in ziemlich großen Stücken, gibt obenauf eine starke Schicht Kohlenstaub und beendigt die Schmelzung in $2^1/_2$ bis 4 Stunden. Altes Messing wird hierbei, wenn man Vorrath davon hat, beliebig zugesetzt (z. B. 33 kg Kupfer, 14,5 kg Zink, 12,5 kg altes Messing zur Füllung von 4 Tiegeln, woraus 58 bis 59 kg Messing erhalten werden). Das Letztere wird sofort zwischen zwei großen mit Lehm und Kuhmist überzogenen, voraus erwärmten und geneigt aufgestellten Granitplatten zu einer (7 bis 19 mm dicken) Tafel gegossen, deren Größe und Dicke durch eiserne, zwischen die Steine gelegte Schienen bestimmt wird und die man zur folgenden Verarbeitung in Theile von geeigneten Dimensionen zerschneidet (75 mm breite Streifen, Drahtband, zur Drahtfabrikation; quadratische Stücke, Beckenmessing, zu Blech und Kesseln).

---

[1]) Karsten's Metallurgie, Bd. IV. — Dumas, Bd. IV. — Technolog. Encyklopädie, Bd. IX. Artikel: Messing. — Schubarth, Handbuch der technischen Chemie, 4. Aufl., II. Bd. Berlin 1851, S. 262.

Man hat ohne Erfolg versucht, statt der theuren Granitsteine gußeiserne Platten anzuwenden; wenigstens die dünnen Messingtafeln fallen zwischen Eisen, der schnellen Abkühlung wegen, unganz aus. — Dagegen ist es zweckmäßig, statt großer Tafeln, die man zur Verarbeitung doch mit der Schere zerschneiden muß, kleinere zu gießen, wobei man sehr gut Sandformen anwenden kann.

Auf der Okerhütte bereitet man eine bessere Sorte Messing (Tafelmessing, aus reinerem Kupfer und Zink, zur Verarbeitung auf Kessel, Blech, Draht 2c.) und eine geringere (Stückmessing, von minder reinen Materialien, zur Gießerei); die Beschickung auf 7 Tiegel besteht für Tafelmessing aus 60^{kg} Kupfer, 30^{kg} Zink, 27^{kg} gutem Abfallmessing (zusammen 117^{kg}), — für Stückmessing aus 18^{kg} Kupfer, 11^{kg} Zink, 10,8^{kg} altem Kaufmessing, 30,2^{kg} Krätz (Abfälle) von der Messingbereitung (zusammen 70^{kg}). Die Schmelzung dauert 2$^{1}/_{2}$ Stunden. Man erhält aus ersterem Einsatze zwei Tafeln, jede 1,45^{m} lang, 720^{mm} breit, 6 bis 7^{mm} dick; aus letzterem durchschnittlich 65,8^{kg} Stückmessing, welches in Sandformen zu würfelförmigen Stücken gegossen wird. Nach den angestellten Analysen fand man im

	Tafelmessing	Stückmessing
Kupfer	68,98	71,88
Zink	29,54	24,42
Eisen	0,23	2,32
Blei	0,97	1,09
Antimon	0,79	1,01
	100,51	100,72

Auch im Kleinen wird (von den Gelbgießern) das Messing aus Kupfer und metallischem Zink zusammengesetzt, wenn man nicht blos altes Messing einschmelzt. Das Verfahren, zuerst das Kupfer allein zu schmelzen, dann das Zink (erhitzt) zuzusetzen, die Mischung umzurühren und sogleich auszugießen, ist nicht empfehlenswerth; denn es kann zwar dabei die Verflüchtigung des Zinks etwas vermindert werden, aber das Messing wird leicht ungleichförmig in seiner Mischung, und das Einwerfen des Zinkes in das geschmolzene Kupfer verursacht öfters eine gefährliche Explosion durch plötzliche theilweise Verdampfung des ersteren. Jedenfalls ist bei beiden Bereitungsarten eine zu große oder zu lange dauernde Erhitzung sorgfältig zu vermeiden, damit nicht mehr Zink, als durchaus unvermeidlich, durch Verdampfung verloren geht. — Die vollkommenste Vermischung des Zinkes mit dem Kupfer ist eine sehr wichtige Bedingung, um dem Messing seine größte Dehnbarkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu geben. Man hat die Beobachtung gemacht, daß z. B. Gewebe (Siebe) von Messingdraht, bei ganz gleichem Mischungsverhältnisse des Metalls, von sehr verschiedener Dauer sein können, je nachdem obiger Forderung mehr oder weniger genügt ist.

VII. Bronze (Erz, Metall, bronze, *hard brass*, *bronze*).

Was diesen Namen in der hierher gehörigen Bedeutung führt, ist eine Verbindung von Kupfer mit Zinn, welcher aber sehr oft auch Zink (oder Messing) zugesetzt wird, und die als zufällige Verunreinigung (auch als absichtlichen Zusatz) wohl eine kleine Menge Blei enthält. Das Kupfer wird durch den Zusatz von Zinn härter, klingender, sehr politurfähig und schmelzbarer, zugleich aber auch mehr oder weniger spröde. Die Farbe ist weiß oder stahlgrau, und die Härte und Sprödigkeit am größten, wenn das Zinn wenigstens den dritten Theil der Mischung ausmacht. Mit zunehmendem Kupfergehalte erhält die Legirung, welche ein feinkörniges oder fast ganz dichtes Bruchgefüge zeigt, eine röthlichgraue, röthlichgelbe oder röthliche Farbe, wird etwas geschmeidig und sehr fest. Durch einen Zinkgehalt in der Bronze wird deren Farbe mehr oder weniger dem Messinggelben genähert, und ist der Zinngehalt klein im Verhältniß zu dem vorhandenen Zink, so entsteht eine Mischung von höherem, schöneren Gelb als gewöhnliches Messing. Die Zusammensetzung aus Zinn und Kupfer zeigt folgendes spezifisches Gewicht; wenn sie enthält auf 1 Theil Zinn: 1 Theil Kupfer, spezifisches Gewicht 8,58; — 3 Th. Kupfer: 8,83; — 4 Th. Kupfer: 8,95; — 6$^{1}/_{4}$ Th. Kupfer: 8,87; — 7$^{1}/_{3}$ Th. Kupfer: — 8,83; — 8$^{1}/_{3}$ Th. Kupfer: 8,80; — 9 Th. Kupfer: 8,78; — 10 Th. Kupfer: 8,76; — 11$^{1}/_{2}$ Th. Kupfer: 8,78; — 12$^{1}/_{2}$ Th. Kupfer: 8,80. — Wenn die Legirung aus Kupfer und Zinn weniger als 15 Prozent Zinn enthält, so ist sie sehr fest (zäh) und zugleich etwas hämmerbar.

Steigt der Zinngehalt von 15 bis 25 Prozent, so wird das Gemisch stufenweise härter, brüchiger und schwieriger zu feilen. Eine Verbindung von 65 Kupfer mit 35 Zinn wird kaum noch von der Feile angegriffen und ist äußerst spröde. Diese Sprödigkeit und Härte offenbart sich bis zu den Mischungen von 50 Kupfer und 50 Zinn. Von da an werden die Legirungen in dem Maße, als das Zinn überwiegend wird, wieder weicher, und erscheinen im letzten Grade nur als härteres, der Abreibung sehr gut widerstehendes Zinn (bei 1 bis 5 Prozent Kupfergehalt). — Bei 1 oder 2 Zinn gegen 99 oder 98 Kupfer ist die Verbindung im kalten Zustande hämmerbar, wiewohl sie weit leichter Risse bekommt als unvermischtes Kupfer. Erhebt sich die Menge des Zinnes bis zu 5 Prozent, so geht die Hämmerbarkeit in der Kälte verloren, sie tritt aber in der Rothglühhitze hervor. Eine Zusammensetzung aus 94 Kupfer und 6 Zinn läßt sich glühend zu Blech auswalzen; Mischungen mit 18,5 bis 21,5 Prozent Zinn, bei gewöhnlicher Temperatur höchst spröde, können in dunkler Rothglühhitze sehr gut geschmiedet und unter Walzen gestreckt werden. (Das spezifische Gewicht für drei solche Legirungen wird angegeben wie folgt

Zinngehalt	Gegossen	Geschmiedet oder gewalzt
18,5 Proz.	8,882	8,938
20 „	8,918	8,920
21,5 „	8,938	8,929.)

Durch den Einfluß der Luft und der Witterung läuft die Bronze an, überzieht sich aber erst nach langer Zeit mit einer Kruste Grünspan, deren Dichtigkeit das fernere Verrosten ganz verhindert, und die durch ihre schöne Farbe eine Zierde von Monumenten u. a. Bildwerken abgibt (Antik-Bronze, Patina, patine verte, patine antique)[1]). Man bringt durch Kunst einen ähnlichen Ueberzug schneller hervor. Die Legirung von 15 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn schmilzt bei 955° C.; jene von 7 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn bei 835° C.; jene aus 3 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn bei 786°. Nach anderen Bestimmungen: 20 Th. Kupfer 1 Th. Zinn 1300° C.; — 12 K. 1 Z. 1230°; — 8 K. 1 Z. 1160°; — 6 K. 1 Z. 1130°; — 5 K. 1 Z. 1100°; — 4 K. 1 Z. 1050° C. Wird die Bronze in Berührung mit der Luft umgeschmolzen, so oxydirt sich verhältnißmäßig mehr Zinn als Kupfer, und sie wird daher bei jedem Male ärmer an Zinn. Werden solche Mischungen, welche mehr als etwa 60 Proz. Kupfer enthalten, nach dem Schmelzen langsam abgekühlt, so sind sie nach dem Festwerden keineswegs durchaus gleichartige Massen, sondern Gemenge aus einer schwerflüssigeren kupferreicheren, und einer leichtflüssigeren zinnreicheren Legirung, welche letztere sich oft sehr deutlich auf den Bruchflächen als zahlreiche weiße Pünktchen, manchmal bis zu 2mm im Durchmesser, in der gelben Hauptmasse zeigt, ja zuweilen, beim Gusse, aus der Oeffnung der Form hervorgepreßt wird, wenn die früher erstarrende schwerflüssige Legirung durch das Festwerden sich zusammenzieht. Man fand in einer solchen aus Kanonenmetall (welches etwa 10 Theile Kupfer gegen 1 Th. Zinn enthält) abgeschiedenen Verbindung durchschnittlich 23,69 Prozent Zinn und 76,31 Pr. Kupfer; nach anderer Beobachtung enthält sie 81 Kupfer und 19 Zinn bis 79 Kupfer 21 Zinn. Es ist eine höchst merkwürdige Eigenschaft des mit Zinn legirten Kupfers, durch schnelle Abkühlung merklich weicher und dehnbarer zu werden. Man kann zu diesem Behufe die Stücke bis zum dunklen Rothglühen, oder — wenn sie flach und dünn sind — nur bis zur Schmelzhitze des Zinnes oder Bleies erhitzen, und schnell in kaltes Wasser legen. Sie lassen sich dann mit dem Hammer bearbeiten und etwas dehnen, ohne zu zerspringen oder Risse zu bekommen (Anlassen, Adouciren der Bronze, tremper, trempe).

Näheres über die Kupfer-Zinn-, und Kupfer-Zinn-Zink-Legirungen (von welchen die letzteren, sofern darin der Zinngehalt gegen den Zinkgehalt zurücktritt, den Uebergang zum zinnhaltigen Messing und Tombak vermitteln, so daß zwischen Bronze und Gelbkupfer eine völlig scharfe Grenzlinie nicht zu ziehen ist):

[1]) Berliner Verhandl. 1864, S. 27, 271; 1868, S. 37; 1872, S. 35.

Die wichtigsten Arten der Bronze sind die, welche zum Guß der Glocken, der Kanonen (und Bomben-Mörser), der Bildsäulen und verschiedener Maschinentheile Anwendung finden.

Glockenbronze (Glockenmetall, Glockengut, Glockenspeise, bronze à cloches, métal de cloches, *bell-metal*), welche starken und schönen Klang mit gehöriger Härte und Festigkeit vereinigen muß, wird am besten aus 80 Kupfer, 20 Zinn — oder 78 Kupfer, 22 Zinn — zusammengesetzt; doch kommen Abweichungen von diesem Verhältnisse und kleine — zufällige oder absichtliche — Beimischungen von Zink, Blei 2c. vor (z. B. 71 Kupfer, 26 Zinn, 1,8 Zink, 1,2 Eisen; englisches Glockengut: 80 Kupfer, 10,1 Zinn, 5,6 Zink, 4,3 Blei; — Glocken eines alten in Holland verfertigten Glockenspiels: 74,0 Kupfer, 21,5 Zinn, 2,0 Blei, 2,5 Nickel). Als zweckmäßige Verhältnisse werden empfohlen: zu Hausglocken 83 Kupfer, 17 Zinn; zu Thurmglocken 32 Kupfer, 9 Zinn; zu den größten Thurmglocken 16 Kupfer, 5 Zinn. Die durch ihre außerordentliche Klangfähigkeit ausgezeichneten chinesischen **Gong-gong** (tam-tam der Franzosen) und türkischen Becken enthalten 80 Kupfer, 20 Zinn. — Metall der **Uhrglocken**: 75 Kupfer, 25 Zinn, oder 73 Kupfer, 27 Zinn.

Kanonenmetall (Kanonengut, Stückgut, Geschützmetall, bronze à canon, *gun-metal*) erfordert als vorwaltende Eigenschaft einen möglichst hohen Grad von Festigkeit (Zähigkeit), wodurch die Geschütze dem Zerspringen widerstehen; dabei eine genügende Härte, um durch die eisernen Kugeln nicht zu schnell abgenutzt zu werden. Alle Erfahrungen vereinigen sich darin, daß das beste Geschützmetall auf 100 Kupfer nicht weniger als 9, und nicht mehr als 12 Zinn enthalten dürfe; gewöhnlich besteht es aus 91 Kupfer und 9 Zinn oder 90 Kupfer und 10 Zinn. Spezif. Gewicht 8,74 bis 8,87. Die absolute Festigkeit ist zu 22,5 bis 27,8 kg pro 1 □mm gefunden worden (speziell bei der Mischung aus 90 Kupfer und 10 Zinn: 24,6 bis 27,8 kg).

Der Bronze zu Bildsäulen, Büsten, Ornamenten, überhaupt zum sogenannten Kunstguß (**Statuenbronze** 2c.) muß eine Zusammensetzung gegeben werden, vermöge welcher sie im Schmelzen dünn fließt, die Gießformen vollkommen ausfüllt und einen reinen, scharfen, dichten Guß liefert, der sich leicht und sauber ziseliren läßt und eine schöne grüne Bronzefarbe (Patina) annimmt. Diese Eigenschaften ergeben sich vereinigt nur bei einem Zinkzusatze, daher alle neuere Bildsäulen-Bronze (im Gegensatze der antiken, wesentlich nur aus Kupfer und Zinn bestehenden) eine dreifache Legirung von Kupfer, Zinn und Zink ist. Mit dem Gehalte an Zinn nimmt die Härte, der Glanz und die Festigkeit der Patina zu; ein Zusatz von Blei macht die Legirung leichtflüssiger und dichter, hat auch zur Folge, daß das Metall beim Ziseliren kurze, nicht am Meißel hängende Späne gibt; ein geringer Eisengehalt verleiht der Bronze eine eigenthümliche blasse Tonung, wie schon den Bildgießern des Alterthums bekannt war. Ausnahmsweise wird das Zinn durch eine kleine Menge Antimon vertreten. Das Nähere ergibt folgendes Verzeichniß erprobter Statuen-Bronzen, über welches nur zu bemerken ist, daß die Zahlen jene Antheile der Metalle ausdrücken, welche wirklich vorhanden sein sollen, und daß man daher zu ihrer Herstellung — mit Rücksicht auf den Schmelzabgang durch Oxydation — von Zink, Zinn, Antimon und Blei etwas mehr anwenden muß:

	Zusammensetzung in 100 Theilen																
Kupfer	93	89,8	87,0	86,7	86	84,4	84	84	84	83	83	82,5	81,0	78,1	75	73,0	93
Zink	1	2,5	11,5	3,3	10	11,3	11	14	14	14	13	10,3	15,4	18,5	20	18,2	6
Zinn	4	6,7	1,5	6,7	4	4,3	2	1,5	2	2	4	4,1	3,6	3,4	3	8,8	—
Blei	2	1,0	—	3,3	—	—	3	0,5	—	1	—	3,1	—	—	2	—	—
Antimon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Zu kleineren Gußgegenständen, welche vergoldet werden, wählt man eine zinkreichere (demnach mehr gelb gefärbte) Bronze, wie folgende Beispiele zeigen:

	Zusammensetzung in 100 Theilen				
Kupfer	73	72,4	72,8	70	65
Zink	23	22,8	24,3	27	32
Zinn	4	1,9	2,9	3	3
Blei	—	2,9	—	—	—

Bronze zu **Schiffblech** (Beschlag der Seeschiffe) dauert der Erfahrung nach am besten aus, wenn sie 4,5 bis 5,5 Zinn gegen 95,5 bis 94,5 Kupfer enthält.

Spiegelmetall, métal à miroirs, *speculum metal*, *specular metal* (zu den Spiegeln der Teleskope 2c.), bei welchem es auf weiße Farbe, Härte und höchste Politurfähigkeit ankommt, ist eine zinnreiche (kein oder sehr wenig Zink enthaltende) Bronze,

welcher man zur Erhöhung der weißen Farbe öfters einen kleinen Zusatz von Arsen oder von Nickel gibt. Es wird vorgeschrieben: 32 Kupfer, 15 bis 16 Zinn, 2 Arsen; oder 32 Kupfer, 4 Messing, $16^1/_2$ Zinn, $1^1/_4$ Arsen; oder 32 Kupfer, 15,5 Zinn, 2 Nickel. Die einfache Mischung von 2 Kupfer, 1 Zinn, oder genauer 68,5 Kupfer, 31,5 Zinn ist als vorzüglich bewährt.

Medaillen-Bronze enthält 2 bis 10 Prozent Zinn gegen 98 bis 90 Kupfer, wobei ein wenig Zink oder Blei nicht nachtheilig ist (z. B. 97 Kupfer, 2 Zinn, 1 Zink); in Frankreich ist die Legirung von 95 Kupfer mit 5 Zinn zu Medaillen gesetzlich vorgeschrieben. Eine Mischung aus 95 Kupfer, 4 Zinn, 1 Zink wird in der Schweiz und in Spanien seit 1850, in Frankreich seit 1852, in Schweden seit 1855, in England seit 1860, in Belgien seit 1861, in Norwegen seit 1867, im deutschen Reiche seit 1873 zu Scheidemünzen ausgeprägt; eine ähnliche aus 90 Kupfer, 5 Zinn, 5 Zink (von schöner Goldfarbe) seit 1856 in Dänemark, eine dritte aus 96 Kupfer, 4 Zinn, ohne Zink, seit 1861 in Italien zu gleichem Zweck angewendet. Auch die vereinigten Staaten Nordamerikas haben seit 1864 Bronze-Scheidemünzen; Aegypten seit 1866, Rumänien seit 1867, Serbien und Brasilien seit 1868, Griechenland seit 1869.

Wegen ihrer goldähnlichen Farbe sind Legirungen von Kupfer mit wenig Zinn zu Schmuckgegenständen theils angewendet, theils empfohlen worden: so unter dem Namen Chrysochalk (verschieden von einer eben so benannten Sorte Tombak, S. 48), eine Zusammensetzung von 95 Kupfer, 5 Zinn, welche zäh und mäßig hart ist; ferner die Mischung aus 16 Kupfer und 1 Zinn (oder 94,12 Kupfer, 5,88 Zinn), von der gerühmt wird, daß sie dünnflüssiger als Messing, daher zu kleinen Gußartikeln sehr geeignet sei. Auch 90,5 Kupfer, 6,5 Zinn, 3,0 Zink geben eine Mischung von goldähnlicher Farbe.

Bronze zu Maschinentheilen. Folgende Beispiele zeigen, durch welcherlei Legirungen man die hier nöthigen Eigenschaften der Härte und Zähigkeit erreicht:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)
Kupfer	90	88,89	86	84	82	85,25	83,6	82	84	80	79	78
Zinn	4	11,11	14	16	18	12,75	8,8	10	8	8	8	8
Zink	6	—	—	—	—	2,00	7,6	8	4	4	5	4
Blei	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8	8	10

	13)	14)	15)	16)	17)	18)	19)	20)	21)
Kupfer	74,5	72,8	66,67	88,5	91,4	88,7	87,72	86,3	87,72
Zinn	9,5	4,7	14,58	2,5	8,6	8,3	10,53	11,4	9,65
Zink	9,0	21,0	—	9,0	—	3,0	1,75	2,3	2,63
Blei	7,0	1,5	18,75	—	—	—	—	—	—

Hier bedeutet: 1) bis 15) Bronze zu Achsenlagern an Lokomotiven und zu Zapfenlagern bei Maschinen überhaupt; 16) Metall zu Lokomotiv-Kolben; 17) bis 19) zu Rädern, in welche Zähne geschnitten werden; 20) zu Schraubenmuttern mit groben Gewinden, auch zu Zapfenlagern; 4) und 21) zu Wagenradbüchsen. — Andere durch die Erfahrung bewährte Zusammensetzungen für Bestandtheile von Lokomotiven sind: 80 Kupfer, 16 Zinn, 2 Antimon, 1 Blei, zu Achsenlagern, Kolbenringen, Verschlußschiebern 2c.; — 20 Kupfer, 6 Zink, 1 Zinn, zu Pumpenstiefeln, Zylinderkolben, Ventilkasten 2c.; — 68 Kupfer, 4 Zink, 2 Zinn, 1 Blei, für Gegenstände, welche dem Feuer ausgesetzt sind, als Blasrohrapparate, Zwischenringe um die Heizthüren der Feuerkasten 2c.; — 80 Kupfer, 18 Zinn, 2 Zink, zu den Lagern der Treibräder; — 82 Kupfer, 16 Zinn, 2 Zink zu den Lagerfuttern der Lenkstangen; — 84 Kupfer, 3 Zinn, 8,5 Zink, 4,5 Blei zu Kolbenringen; — 87 Kupfer, 12 Zinn, 1 Antimon zu den Ventilkugeln; — 88 Kupfer, 10 Zinn, 2 Zink zu Pumpenzylindern, Ventilgehäusen und Hähnen; — 84 Kupfer, 14 Zinn, 2 Zink zu Exzenter-Ringen; — 80 Kupfer, 18 Zinn, 2 Antimon zu Dampfpfeifen; — 98 Kupfer, 2 Zinn zu den Spülpfropfen am kupfernen Feuerkasten. — Als Komposition für ein äußerst dauerhaftes Zapfenlager-Metall wird angegeben: 2 Kupfer, 1 Zinn, 1 Nickel.

Bronze, an Farbe dem 8karatigen Golde ähnlich, gut zu hämmern, zu feilen, zu drehen und zu poliren, an der Luft weniger als Messing anlaufend, sehr geeignet zu Gewichtstücken, Reißzeugen, Wagebalken u. dgl., erhält man aus 48 Kupfer, 5 Zinn, 4 Messing (wonach dieselbe annähernd aus 89,5 Kupfer, 8,5 Zinn, 2,0 Zink bestehen wird). — Zu mathematischen Instrumenten ist empfohlen: 32 Kupfer, 5 Zinn, 2 Zink; diese Mischung hat man wegen ihrer Elastizität, Festigkeit und geringen Oxydirbarkeit in England zu Normalmaßstäben angewendet. — Die sogenannten Metallfeilen (Kompositionsfeilen) aus der Schweiz, von den Uhrmachern beim Poliren zum Auftragen des Polirrothes gebraucht, enthalten 8 Kupfer, 2 Zinn, 1 Zink, 1 Blei. Eine Zusammen-

setzung aus 79 Kupfer, 6 Zinn, 15 Zink eignet sich sehr gut zum Aufgießen auf Eisen, mit welchem sie das Ausdehnungs- und Zusammenziehungs-Verhältniß ziemlich genau gemein hat, sodaß der Guß nicht berstet und auch nicht wacklig auf dem Eisen sitzt. — Zu den Rakeln, *ductors, doctors* (Farbeabstreichmessern) der Walzendruckmaschinen für Kattun und Papier ist eine Legirung aus 100 Kupfer, 10 Zinn, 13 Zink sehr geeignet; — zu gegossenen Schaufeln (statt der eisernen, nach einer englischen Erfindung): 3 Kupfer, 1 Zinn, 2 Zink, oder (härtere und dichtere Mischung): 8 Kupfer, 1 Zinn.

Gelbliche Legirung zum Gießen harter Titelschriften für Buchbinder: 75 Kupfer, 25 Zinn; — weiße Legirung zu demselben Zwecke: 4 Kupfer, 3 Zinn, 2 Zink. — Metall zu gegossenen weißen Kleiderknöpfen: 32 Messing, 1 Zinn, 3 Zink; oder (besser): 32 Messing, 2 Zinn, 4 Zink.

(In bronzenen Waffenstücken aus dem Alterthume hat man 88 Kupfer auf 12 Zinn — auch 79 bis 92 Kupfer, 7 bis 10 Zinn, und Blei bis zu 6 Prozent; — in antiken Bronzemünzen 84 Kupfer, 16 Zinn bis 94 Kupfer, 6 Zinn; 62 bis 88 Kupfer, 5 bis 13 Zinn, 2 bis 29 Blei, alle drei Bestandtheile in außerordentlich wechselnden Verhältnissen; — in anderen antiken Bronzen 76 Kupfer, 24 Zinn bis 95 Kupfer, 5 Zinn; 84 bis 88 Kupfer nebst 1,5 bis 14,7 Zink, 1 bis 7 Zinn und 0 bis 4,4 Blei gefunden).

Bei Versuchen, die beim Schmelzen der Bronze eintretende nachtheilige Oxydation durch Anwendung von Phosphor zu beseitigen, ist man zur Erkenntniß von außergewöhnlichen und unerwarteten Eigenschaften gelangt, welche die Bronze durch den Zusatz von Phosphor erhält. Die Farbe der Legirung (Phosphorbronze, bronze phosphoreux), wird viel wärmer und dem roth karatirten Golde ähnlich, das Korn des Bruches wird dem des Stahles ähnlich, Festigkeit, Härte, Elastizität erfahren eine bemerkenswerthe Steigerung [1]). Die Phosphorbronze eignet sich zur Herstellung von Gewehrtheilen, Zapfenlagern, Walzenmuttern, Schiffsbeschlägen, Propellerschrauben, Kolbenringen, Statuen und Dekorationsgegenständen.

Zur Bereitung der Bronze bedient man sich im Großen eines Flammofens [2]) mit kreisrundem oder ovalem, nur wenig vertieften, von feuerfesten Ziegeln gebildeten Herde, der mit einem niedrigen Gewölbe überspannt ist. An der einen Seite befindet sich der viereckige Feuerraum, chauffe, aus welchem die Flamme des Holz- oder Steinkohlenfeuers durch eine Oeffnung auf den Schmelzherd (sole) hineinschlägt. Gegenüber vom Feuerraume ist das Stichloch, chio, bouche, zum Ablassen des geschmolzenen Metalles; der Schmelzherd ist von allen Punkten gegen das Stichloch hin abhängig, damit der Inhalt vollständig auslaufen kann. An der dritten und vierten Seite sind Arbeitsthüren (zum Eintragen des Metalles, zum Umrühren, zur Beobachtung des Schmelzens) angebracht. Das Gewölbe des Ofens enthält Zuglöcher für das Feuer. Besser ist es, an der Stirnseite (d. h. über dem Stichloche) einen gehörig hohen Schornstein und auch hier eine Thür zum Nachsehen und Umrühren anzubringen. Ersterer befördert die Erzeugung einer raschen und starken Hitze; letztere erspart das häufige Oeffnen der in den zwei Seitenwänden befindlichen Thüren, was durch Zulassung kalter Luft die Schmelzung verzögert und Oxydation des Metalles befördert. Man thut daher am besten, die Seitenthüren nur zum Eintragen des Metalles zu gebrauchen und übrigens mit Lehm luftdicht verstrichen zu halten. Die erwähnte Thür über dem Stichloche kann ohne Nachtheil geöffnet werden, da sie sich gerade unter dem Schornsteine befindet, in welchem die eintretende Luft sogleich abzieht ohne das Metall zu treffen. Man trägt das Kupfer zuerst ein, und wenn es geschmolzen ist, wirft man das vorläufig erhitzte Zinn (und Zink, wenn dieses einen Bestandtheil ausmachen soll) hinzu, rührt mit hölzernen Stangen um (brasser) und läßt das Metall sobald als möglich durch das Stichloch ab. Eine lange Erhitzung desselben ist nachtheilig, weil sich das Zinn schnell oxydirt, und hierdurch nicht nur das Verhältniß der Bestandtheile

---

[1]) G. Montefiore-Levi et C. Kunzel, Essais sur l'emploi de divers alliages et spécialement du bronze phosphoreux. Bruxelles 1871. — Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 313.

[2]) Technol. Encykl. Bd. VII. Artikel: Glocken. — Zeitschrift d. Ing., Bd. I. 1857, S. 27. — Hütte, 1856, Taf. 8 f, g. — Wiebe, Skizzenb. Heft 10, Taf. 4.

geändert wird, sondern auch die Gefahr eintritt, daß beim Umrühren das Oxyd sich mit dem Metall vermengen und dasselbe porös machen kann. Uebrigens muß unmittelbar vor dem Stechen (dem Oeffnen des Stichloches) noch eine starke Hitze gegeben und gut umgerührt werden, um die Bestandtheile recht innig mit einander zu mischen, da sie sich bei ruhigem Stehen ungleich vertheilen. Auch wirft man Pottasche und rohen Weinstein auf das im Flusse befindliche Metall, um aus den oben schwimmenden Oxydtheilen eine dünnflüssige Schlacke zu erzeugen. Der Schmelzverlust beträgt bei guter Ofenkonstruktion und rascher Schmelzung durchschnittlich etwa 3 Prozent (d. h. aus 100^{kg} Metallen erhält man 97^{kg} gußfertige Bronze); er kann unter widrigen Umständen auf 7 bis 10 Prozent steigen, dagegen aber auch auf $^1/_2$ bis 1 Prozent (bei 6 bis 8 Stunden Schmelzzeit) herabgehen.

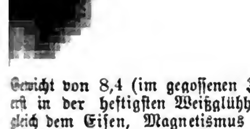
Eine vorzüglich innige und gleichförmige Mischung der Metalle erlangt man öfters durch besondere Kunstgriffe. So setzt man in der Kanonengießerei zu Lüttich das Geschützmetall durch zwei Operationen zusammen: zuerst nämlich bereitet man eine Legirung von 100 Kupfer und 8 Zinn auf oben angegebene Weise durch Beifügung des Zinnes zum geschmolzenen Kupfer; daneben hat man eine Legirung von 2 Kupfer mit 1 Zinn vorräthig und setzt von dieser schließlich so viel hinzu, daß die Gesammtmasse das richtige Mischungsverhältniß der Kanonenbronze erlangt.

Im Kleinen schmelzt man die Bronze in Graphit-Tiegeln, indem man ebenfalls das Zinn dem schon geschmolzenen Kupfer zusetzt. Dabei ist es gut, die Oberfläche des Metalles mit Kohlen zu bedecken, um der Oxydation zuvorzukommen. Sofern dem Kupfer mehrere leichtflüssige Metalle (außer Zinn auch Zink, Blei) beigemischt werden sollen, kann man zweckmäßig alle diese vorläufig mit einander zusammenschmelzen und das Gemisch dem geschmolzenen Kupfer zusetzen.

VIII. Argentan (Packfong, Weißkupfer, Neusilber, **pakfong, maillechort, melchiort, toutenague, argent d'Allemagne, argent allemand, argent anglais, argent neuf**, *german silver*, *pakfong*, *tutenag*).

Mit diesen verschiedenen Namen bezeichnet man eine Legirung aus Kupfer, Zink und Nickel, welche als Messing mit einem Zusatze von $^1/_6$ bis $^1/_3$ (gewöhnlich $^1/_4$) Nickel zu betrachten ist. Das Argentan hat eine dem Silberweißen ziemlich ähnliche (doch etwas dunklere, meist ein wenig ins Gelbbräunliche ziehende) Farbe, daher sein Name, einen dichtkörnigen oder feinzackigen, beim rohen gegossenen Metalle oft etwas zum Krystallinischen hinneigenden Bruch; ein spezifisches Gewicht = 8,4 bis 8,7; es ist härter, aber beinahe eben so dehnbar als gewöhnliches Messing (in der Glühhitze jedoch, wie dieses, spröde) und nimmt eine schöne Politur an, welche es gut gegen den Einfluß der Luft behauptet. Von sauren Flüssigkeiten wird es stärker als zwölflöthiges Silber, aber viel weniger als Kupfer und Messing, angegriffen, indem sich Kupfer auflöst; daher kann es nicht ohne Bedenken zu Geschirren, in welchen Speisen aufbewahrt werden, Anwendung finden. Es schmilzt in anfangender Weißglühhitze, und brennt dabei, vermöge seines Zinkgehaltes, mit weißer Flamme. An absoluter Festigkeit steht das Argentan dem Messing vor; für 1 $\square^{mm}$ berechnet wurde die zerreißende Kraft bei hartgezogenem Drahte = 72 bis 82, bei ausgeglühtem = 52 bis $52{,}2^{kg}$ gefunden. (Gegenstände aus Argentan mit starker galvanischer Versilberung — z. B. Theetöpfe, Milchkannen, Löffel und Gabeln 2c. — kommen unter der Benennung China-Silber, *electro-plated*, vor, und empfehlen sich durch vollkommene Aehnlichkeit mit ganz silbernen Geräthen, bei ansehnlich geringerem Preise, sowie gegenüber den aus silberplattirtem Kupfer gemachten Artikeln durch größere Steifheit und den Umstand, daß bei Abnutzung des Silbers nicht das unangenehme Kupferroth zum Vorscheine kommt. Chemische Analyse hat an Geschirren dieser Art einen Silbergehalt von 2 Prozent des Gewichtes nachgewiesen.)

Das Nickel (nickel, *nickel*), einer der wesentlichen Bestandtheile des Argentans, ist ein eigenthümliches Metall, welches wenig andere Anwendungen in den Gewerben findet. Es hat im reinen Zustande eine zwischen Silberweiß und Stahlgrau liegende Farbe, einen hakigen Bruch, einen starken Glanz, eine bedeutende Härte, ein spezifisches



Gewicht von 8,4 (im gegossenen Zustande) bis 8,9 (geschmiedet), ist schweißbar, schmilzt erst in der heftigsten Weißglühhitze, wird vom Magnete angezogen und nimmt selbst, gleich dem Eisen, Magnetismus an. Das vorzüglichste Nickelerz ist der **Kupfernickel**, nickel arsenical, *copper-nickel* (eine Verbindung von Nickel mit Arsen.) Aus diesem und aus der **Kobaltspeise**, speiss (einer bei der Smalte-Fabrikation in den Glasschmelzhäfen sich abscheidenden, aus Nickel, Arsen, Kobalt, Kupfer, Eisen, Schwefel ꝛc. bestehenden Metallmasse), so wie aus nickelhaltigen Kupfer- und Schwefelkiesen wird das Nickel auf verschiedene Weise dargestellt. Man erhält durch die angewendeten — theils in Röstungen und Schmelzungen, theils in Auflösungen und Niederschlagungen bestehenden — Operationen entweder Nickeloxyd (meist mit mehr oder weniger Kupferoxyd gemengt) oder kohlensaures Nickeloxyd. Aus diesen beiden wird das Nickel gewonnen, indem man sie mit Kohlenstaub in hessischen Tiegeln einer heftigen Weißglühhitze unterwirft. Das Nickel nimmt dabei ein wenig Kohlenstoff auf und wird mehr oder minder spröde. Im Handel erscheint das Metall zuweilen als geschmolzene (jedoch unvollkommen geflossene, daher löcherige) Masse, oder ungeschmolzen in grauen unregelmäßigen, lockeren aber ziemlich harten Klümpchen von erdartigem Ansehen (**Nickelschwamm**, nickel en éponge); gegenwärtig meist in kleinen parallelepipedischen Kuchen mit ziemlich glatter und metallglänzender Oberfläche, deren Inneres fest zusammengesintert ist (**Würfelnickel**). — Das käufliche Nickel ist nicht reines Nickelmetall, sondern enthält nur 50 bis 98 Prozent wirkliches Nickel; das Uebrige ist gewöhnlich Kupfer und Eisen, zuweilen Kobalt; außerdem finden sich Spuren von Arsen, Schwefel und Silizium. Die stark kupferhaltigen Sorten (50 bis 70 Prozent Nickel und 30 bis 47 Pr. Kupfer enthaltend) führen auch den Namen **Kupfernickel**.

Bei der Bereitung des Argentans wird das Nickel (wenn es nicht als Schwamm oder in Würfeln vorliegt) in einem eisernen Mörser zu haselnußgroßen Stücken zerstoßen, auch das Zink und das Kupfer verkleinert; dann bringt man die Metalle (zusammen 5 bis 8kg) in den thönernen Tiegel, zwar gemengt, jedoch so, daß ganz unten und ganz oben etwas Kupfer zu liegen kommt; bedeckt das Ganze mit einer Schicht Kohlenstaub und schmelzt bei starkem Windofen-Feuer (im Kleinen in einer Esse), wobei man öfters und sorgfältig mit einem Eisenstabe umrührt, um die gleichförmige Vermischung zu befördern. Es ist gut, anfangs nur ein Drittel des Zinkes und Nickels mit dem Kupfer einzusetzen, und erst nach erfolgter Schmelzung den Rest dieser beiden Metalle in mehreren Portionen hinzuzufügen. Das geschmolzene Argentan wird in eisernen Formen (besser als in Sand) zu Platten gegossen.

Ein abgeändertes Bereitungsverfahren ist folgendes: Man schmelzt zuerst das Zink mit der Hälfte seines Gewichtes Kupfer, gießt in dünne Platten aus, die man zu kleinen Stücken zerbricht. Zugleich schmelzt man in einem andern Tiegel den Rest des Kupfers mit allem Nickel unter einer Decke von Steinkohlenpulver und etwas Talg, worüber ein Deckel aufgelegt wird. Nachdem hier der Zustand vollkommener Flüssigkeit eingetreten und das Metall umgerührt ist, setzt man das obige Gemisch von Zink und Kupfer portionenweise unter fernerem Rühren zu.

Das Mengenverhältniß der Bestandtheile im Argentan ist nicht immer gleich. Die am meisten silberähnliche Farbe besitzt eine Mischung von 55 Theilen Kupfer, 18 Theilen Nickel, 30 Theilen Zink (103 Theile); oder nach Anderen: 3 Kupfer, 1 Nickel, 1 Zink. Mehr bläulich, viel härter, aber dem Anlaufen weniger unterworfen, daher zu Eßgeräthen tauglicher, ist eine Mischung aus 50 Kupfer, 25 Nickel, 25 Zink. Um zu Blech ausgewalzt zu werden, eignet sich am besten: 60 Kupfer, 20 Nickel, 20 Zink. Leichtschmelzend, aber spröde, daher nur zu Gußwaren tauglich: 54 Kupfer, 18 Nickel, 25 Zink, 3 Blei; oder 33 Kupfer, 11 Nickel, 44 Zink, 1 Blei. Das Verhältniß des Kupfers zum Zink sollte in gutem Argentan immer nahe wie 8 zu 3 sein (übereinstimmend mit gutem Messing), und die genügende weiße Farbe stets durch den angemessenen Nickelzusatz erzeugt werden. Wegen des Verlustes beim Schmelzen ist aber zu rathen, daß man auf 8 Kupfer $3^1/_2$ Zink (statt 3) in den Tiegel bringe. Nach diesem Grundsatze sind folgende Beschickungen berechnet:

a) Ordinäres Argentan (gelblich, leicht anlaufend): 8 Kupfer, $3^1/_2$ Zink, 2 Nickel.

b) Leicht schmelzendes Guß-Argentan: 8 Kupfer, $6^1/_2$ Zink, 2 Nickel.

c) Weißes Argentan (an Farbe dem 12löthigen Silber ähnlich): 8 Kupfer, $3^1/_2$ Zink, 3 Nickel.

d) Bestes Argentan (mit einem Stich ins Bläuliche, aber am wenigsten anlaufend) 8 Kupfer, 3½ Zink, 4 Nickel.

Solche Vorschriften können jedoch keine allgemeine Richtschnur abgeben, da sehr die auf den Grad der Reinheit des Nickels ankommt. Kennt man diesen nicht durch chemisch Analyse genau, so bleibt es unmöglich, ein Produkt von streng bestimmter Zusammensetzung zu gewinnen. Ein bedeutender Kupfergehalt des Nickels ist ganz unschädlich, wenn er nur in Rechnung gebracht werden kann; anders ist es mit einem Eisengehalte, der wenn er etwas hoch steigt, die Dehnbarkeit des Argentanes sehr beeinträchtigt. Die Gegenwart von Arsen im Nickel erweist sich (da seine Menge jedenfalls nur ganz gering ist nicht aus Gesundheitsrücksichten, sondern deshalb gefährlich, weil dadurch die Geschmeidigkeit leidet, so daß das Auswalzen des Argentanes zu Blech wegen der entstehenden Kantenrisse nicht mehr gut von Statten geht. Bei dem so verschiedenen und oft so niedriger Reingehalte des Nickels kann über die wirkliche prozentale Zusammensetzung des Argentanes nicht das Verhältniß der angewendeten Materialien, sondern nur die chemische Analyse Aufschluß geben. Hier folgen einige Resultate solcher Untersuchungen:

	in 100 Theilen								
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
Kupfer	66,73	63,34	62,63	62,4	61,32	57	55	54	50,00
Zink	19,97	17,01	26,05	22,1	16,66	25	17	29	31,25
Nickel	13,30	19,13	10,85	15,0	20,57	15	23	17	18,75
Eisen	—	0,52	0,47	0,5	0,62	3	3	—	—
Zinn	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Kobalt, Arsen rc.	—	—	—	—	0,83	—	—	—	—

Durch einen kleinen (2 bis 3 Prozent betragenden) Zusatz von Eisen oder Stahl (s. vorstehend Nro. 6 und 7) wird das Argentan bedeutend weißer, aber auch härter und spröder. Das Eisen schmelzt man vorläufig mit einem Theile des Kupfers zusammen, dieses Gemisch aber dann mit dem Nickel, dem Zink und dem Reste des Kupfers.

Unter dem Namen **Alfenid** (alfénide) werden in Paris, und unter dem Namen **Alpaka** in Wien, zu Tischgeräth rc. Legirungen verarbeitet, welche nichts anderes sind als Argentan. Vom Alfenid sollen zwei Sorten, die eine mit 12, die andere mit 25 Prozent Nickelgehalt bereitet, und erstere versilbert, letztere unversilbert in den Handel gebracht werden; indessen gab die Analyse einer käuflichen Probe folgende Zusammensetzung an: 59,1 Kupfer, 30,2 Zink, 9,7 Nickel, 1,0 Eisen. — Neuerlich hat man in Paris zu Löffeln rc. eine Legirung verarbeitet, welche neben den Bestandtheilen des Argentans auch Kadmium enthält, nämlich 69,9 Kupfer, 19,8 Nickel, 5,6 Zink, 4,7 Kadmium.

Man kann das Argentan auch mit Nickeloxyd, statt mit metallischem Nickel, bereiten. In diesem Falle wird das geglühte Nickeloxyd mit $^1/_{10}$ Kohlenstaub, $^1/_{10}$ Sand und $^4/_{10}$ Pottasche zuerst in den Tiegel gegeben, dann das Kupfer zugesetzt und, wenn dieses mit dem Nickel sich vollkommen vereinigt hat, endlich das Zink, stark erwärmt und in kleinen Stücken, allmälig hinzugegeben. Ist das Zink nicht hinlänglich angewärmt, so entsteht oft beim Zusetzen desselben eine Explosion, welche durch Herumschleudern der geschmolzenen Masse sehr gefährlich werden kann.

Dem Argentan verwandt ist das **Nickelkupfer** — nur aus Kupfer und Nickel, ohne Zinkzusatz, bestehend; härter und schwieriger zu bearbeiten, theurer und doch nicht wesentlich schöner als das Argentan: man hat dasselbe neuerlich in Nordamerika, Belgien, Jamaika, Brasilien und Deutschland zu Scheidemünzen angewendet, und zwar enthält das amerikanische 12 Prozent, das belgische und deutsche 25 Prozent Nickel.

IX. Aluminium (aluminium, *aluminium*)[1].

Dieses erst seit dem Jahre 1855 in die Reihe der für die mechanische Technik bedeutsamen Stoffe eingetretene Metall ist die Grundlage der Thonerde (Alaunerde), welche letztere aus 53,3 Aluminium und 46,7 Sauerstoff besteht, also ein Aluminiumoxyd darstellt. Die Farbe des Aluminiums ist weiß, an Schönheit nicht der des Silbers gleichkommend, eher der des Zinns ähnlich; das unreine (eisenhaltige) Metall, welches anfänglich in den Handel gebracht wurde, zeigte sogar einen starken Stich ins

---

[1]) F. Stohmann, Encyklopäd. Handbuch der technischen Chemie, Bd. 1, Braunschweig 1865, S. 443.

Graubläuliche, durch welchen es einigermaßen nach der Farbe des Zinkes hinneigte. Die Härte kommt ungefähr jener des feinen Silbers gleich, ist etwas geringer als die des Kupfers, aber größer als die des Zinnes. Das Aluminium gibt beim Anschlagen einen starken und schönen Klang. Es läßt sich sehr gut hämmern, zu Blech walzen, zu äußerst dünnen Blättchen schlagen, und in Draht, selbst von großer Feinheit, ziehen; doch erleidet die Dehnbarkeit erheblichen Nachtheil, wenn es nicht sehr rein ist. Auf dem Bruche zeigt es ein feinkörniges, fast ganz mattes Gefüge. Seine auffallendste Eigenschaft ist das sehr geringe spezif. Gewicht, welches nur 2,56 bis 2,67 (in unreinerem Zustande des Metalls 2,73 bis 2,80) beträgt. Die absolute Festigkeit ist nicht sehr groß; man hat sie gefunden, für 1 □^{mm} Querschnittsfläche berechnet, bei Guß 11^{kg}, gehämmertem Metall 13,6 bis 20,3, Draht 10,8 bis 13,0^{kg}. An der Luft verändert das Aluminium sich nicht merklich; von Schwefelwasserstoffgas läuft es nicht an; konzentrirte Schwefelsäure sowie konzentrirte und verdünnte Salpetersäure greifen es wenig oder gar nicht an, aber von Salzsäure, verdünnter Schwefelsäure und ätzender Kalilauge wird es rasch und unter heftiger Wasserstoffgasentwickelung, von Essigsäure viel langsamer, aufgelöst. Zum Schmelzen erfordert es einen Grad von Rothglühhitze, welcher zwischen dem Schmelzpunkte des Zinkes und jenem des Messings zu liegen scheint (nach Deville bei 700° C).

Zu technischen Anwendungen eignet sich das Aluminium besonders durch seine Leichtigkeit, seine ganz hübsche weiße Farbe, seine Unveränderlichkeit unter den atmosphärischen Einflüssen (da es sich weder oxydirt noch — wie das Silber — von Schwefelwasserstoff braun wird) und seine vollkommene Unschädlichkeit für die menschliche Gesundheit. Hinderniß einer ausgedehnten Benutzung ist jedoch der hohe Preis (noch jetzt wenigstens die Hälfte von dem eines gleichen Gewichts fein Silber), welcher in der kostspieligen Darstellungsweise seinen Grund hat. Alle bisherigen Verarbeitungen dieses interessanten Metalles sind fast nur als Versuche oder Gegenstände besonderer Liebhaberei zu betrachten; sollte man aber dahin gelangen, dasselbe noch viel wohlfeiler zu produziren, so könnte es eine wichtige Stellung in der Technik erringen.

Einige aus Aluminium bereits gefertigte Gegenstände sind: Operngläser und Fernröhre; Wagebalken, Wagschalen und sehr kleine Gewichtstücke; Sextanten und andere derartige Instrumente; die Regimentsadler des französischen Heeres, Degengriffe, Säbelscheiden; dünne Blätter, nach Art des Blattsilbers verwendbar; Gespinnste (mit sehr feinem — zum Theil nur 0,065^{mm} dicken — Drahte überwickelte Seidenfäden) und daraus gearbeitete Spitzen; Blasinstrumente; Medaillen; Broschen, Armbänder, Haarnadeln, Ohrgehänge und andere Schmucksachen. Wegen seiner Unveränderlichkeit an der Luft und seines geringen Gewichts ist es zur Ausprägung von Scheidemünzen vorgeschlagen worden[1]).

Da das Aluminiumoxyd (die Thonerde) einen Hauptbestandtheil aller Thongattungen und sehr vieler anderer Mineralien bildet, so gehört das Aluminium zu den allerverbreitetsten Metallen: nach schätzungsweiser Berechnung besteht etwa ein Sechstel der für die menschliche Erforschung zugänglichen Rinde des Erdkörpers aus Thonerde. Aber zur Abscheidung des Metalles aus dieser letzteren sind zur Zeit noch weitläufige Umwege und kostspielige chemische Prozesse erforderlich, welche eine wohlfeile Produktion in großen Massen nicht zulassen. Gegenwärtig besteht der zur Aluminiumfabrikation dienende Rohstoff gewöhnlich im Kryolith (einem grönländischen Mineral, welches Fluoraluminium verbunden mit Fluornatrium enthält); von den darin befindlichen 13 Prozent Aluminium hat man bisher nur höchstens 4 zu gewinnen vermocht.

Das im Handel vorkommende Aluminium ist niemals ganz rein, sondern enthält 0,8 bis 2 Prozent Eisen und bis zu $^1/_2$ Proz. Silizium als unabsichtliche Verunreinigungen. Früher stieg der Eisengehalt selbst gegen 7, die Menge des Siliziums zuweilen gegen 5 Proz. an. Solche Beimengungen beeinträchtigen erheblich die Ductilität des Aluminium; einige Prozent Kupfer ertheilen ihm die Sprödigkeit des Glases. Hierin liegt der Grund, daß die Herstellung einer haltbaren Aluminiumplattirung auf Kupfer und anderen Metallen noch nicht gelungen ist[2]).

---

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 143.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 192.

Es ist versucht worden, das Aluminium mit verschiedenen Metallen zu verbinden, um nützliche Mischungen darzustellen. Hierunter ist besonders die Legirung aus Kupfer und Aluminium, Aluminium-Bronze (bronze d'aluminium, *aluminium-bronze*) genannt, erwähnenswerth; sie besitzt eine schöne gelbe, zum Theil goldähnliche Farbe, kann sehr gut gegossen, kalt und glühend geschmiedet werden und zeichnet sich durch große Festigkeit aus.

Spezif. Gewicht der Aluminium-Bronze:

97 Kupfer,	3 Aluminium	=	8,691
96 „	4 „	=	8,621
95 „	5 „	=	8,369
90 „	10 „	=	7,689

Absolute Festigkeit der aus 90 K. und 10 Al. zusammengesetzten Bronze für 1 □mm Querschnitt: gegossen 37 bis 69,7kg; geschmiedet 64,6kg.

X. Silber (argent, *silver*).

Die in den Gewerben verarbeiteten edlen Metalle, zu welchen das Silber (und außer diesem das Gold und Platin) gehört, verdanken diesen Namen und den Vorzug, welcher ihnen gegeben wird, zum Theil ihrer schönen Farbe, hauptsächlich aber der Unveränderlichkeit bei den Einflüssen der Luft, der Feuchtigkeit u. s. w. Das reine Silber (Feinsilber) besitzt eine schöne weiße Farbe (welche nur durch schwefelhaltige Ausdünstungen braun oder schwarz wird, indem sich Schwefelsilber bildet), nimmt durch Poliren einen starken Glanz an, zeigt ein undeutlich zackiges, mehr dichtes und gleichsam geflossenes Ansehen auf dem Bruche, eine geringere Härte als das Kupfer, eine sehr große Dehnbarkeit und ein spezifisches Gewicht von ungefähr 10,5, welches durch die Verdichtung beim Hämmern, Walzen und Drahtziehen bis etwa 10,62 erhöht werden kann. Die absolute Festigkeit ist geringer als jene des Kupfers; sie beträgt auf 1 □mm reduzirt, für gegossenes Silber 7,5kg, für hartgezogenen Draht 32 bis 41kg, für geglühten Draht 18 bis 19,5kg. Das Silber schmilzt in schwacher Weißglühhitze (bei 916° C.), ohne sich zu oxydiren oder zu verflüchtigen; eine kleine Menge Sauerstoff, welche es allerdings im Schmelzen verschluckt, entweicht beim Erstarren vollständig wieder. öfters unter Geräusch und spritzender Ausstoßung einiger Silbertheile (Spritzen oder Spratzen, rocher, des Silbers). Es wird von schwachen Säuren nicht angegriffen, löst sich aber in der Salpetersäure leicht auf.

Ueber das spezifische Gewicht des Silbers sind die Angaben sehr abweichend, was sich theils aus den verschiedenen physischen Zuständen, theils durch größere oder geringere Reinheit erklärt. So, wie dieses Metall durch Schmelzen und Gießen (oder ruhiges Erkalten im Tiegel) erhalten wird, schließt es gewöhnlich viele Poren, ja oft beträchtliche Löcher und Blasenräume ein, vermöge welcher es zu leicht erscheint; das Feinsilber des Handels, welches wohl bei den Gewichtsbestimmungen zuweilen für rein angenommen worden ist, enthält bis zu 1 Prozent Kupfer, wodurch sein spezifisches Gewicht ebenfalls verringert wird. Chemisch reines Silber hat im dichtesten Zustande, den es nach dem Schmelzen durch ruhiges Erkalten annehmen kann, ein spezifisches Gewicht von 10,566; sonstige Bestimmungen sind folgende:

Geschmolzen und durch Eingießen in Wasser granulirt (sehr porös)	9,632
Geschmolzen, im Tiegel erkaltet, mehr oder minder porös	9,988 bis 10,474
Zu Stäben gegossen	10,105 bis 10,511
Gehämmert	10,447 bis 10,622
Gewalztes Blech	10,551
Draht	10,491

Eine merkwürdige Veränderung erleidet das Silber unter gewissen noch nicht näher ausgemittelten Umständen, wenn es sehr lange Zeit in der Erde liegt: Gefäße aus dem Alterthume, von reinem oder fast ganz reinem Silber, welche man so vergraben fand, zeigten sich äußerlich mit einem Ueberzuge von Chlorsilber bedeckt, äußerst mürbe (so daß man Stücke von 0,5 bis 1mm Dicke zwischen den Fingern zerbröckeln konnte), ohne eine Spur von Biegsamkeit, auf dem Bruche körnig krystallinisch mit sehr starkem Glanze. Alte, aus der Erde gegrabene Silbermünzen sind zuweilen ebenfalls ganz spröde, und so reich mit Chlorsilber beladen, daß dieses bis zu 17 Prozent des Gewichtes ausmacht.

In seinem reinen Zustande wird das Silber wenig verarbeitet. Man vermischt (legirt) es fast jederzeit mit Kupfer, theils seines hohen Preises wegen, theils weil das legirte Silber eine größere Härte besitzt und daher sich weniger abnutzt. Man bezeichnet die Menge des Zusatzes oder den Feinheitsgrad (die Löthigkeit, den Feingehalt, die Feine, titre) des Silbers durch die Angabe, wie viel Loth reines Silber in der Mark (16 Loth) enthalten sind. Feines Silber ist daher 16löthig; 12löthiges Silber enthält in 16 Theilen 12 Theile Silber und 4 Theile Kupfer u. s. f. Das Loth wird hier in 18 Grän eingetheilt; Silber also, welches z. B. 14 Loth 8 Grän fein ist, enthält in 16 Loth (1 Mark) $14^{8}/_{18}$ oder $14^{4}/_{9}$ Loth reines Silber. Seltener ist die Eintheilung des Lothes in 16 Pfennige (₰) gebräuchlich. Zuweilen drückt man die Gehaltsangabe nur in Gränen aus, indem man die Mark als direkt in 288 Grän getheilt ansieht und statt 12 Loth 8 Grän sagt: 224 Grän. In Frankreich, Belgien, einem großen Theile Italiens 2c., in Deutschland wenigstens beim Münzwesen, ist die Bezeichnung des Feingehalts nach Tausendsteln des Gewichtes (Tausendtheilen, millièmes, *thousands*) eingeführt, wonach z. B. Silber von 0,950 (950 Tausendtheilen) solches ist, welches in 1000 Gewichttheilen 950 Gewichttheile reines Silber enthält (= $273^{3}/_{5}$ Grän oder 15 Loth 3,6 Grän).

In den meisten Ländern bestehen gesetzlich oder gewohnheitsgemäß gewisse Legirungsverhältnisse, aus welchen die Silberarbeiten der Regel nach verfertigt werden; man nennt das Silber von diesem vorgeschriebenen Feingehalte Probesilber (argent au titre, *standard silver*). Das Probesilber hält

in England	14	Loth	14,4	Grän	=	0,925
„ Frankreich, Belgien, Mailand, Venedig, Zwei Abstufungen	15	„	3,6	„	=	0,950
	12	„	14,4	„	=	0,800
„ Baiern und Würtemberg	13	„	—	„	=	0,812
„ Preußen, Sachsen, Braunschweig, Hamburg, Bremen	12	„	—	„	=	0,750
„ Oesterreich (früher 13 Loth = 0,812) seit 1866: Nro. 1	15	„	3,6	„	=	0,950
„ 2	14	„	7,2	„	=	0,900
„ 3	12	„	14,4	„	=	0,800
„ 4	12	„	—	„	=	0,750

Das Silber zu Medaillen hält in Frankreich vorschriftsmäßig 0,950 oder mindestens 0,947.

Beim Legiren des Silbers, d. h. beim Zusammenschmelzen desselben mit Kupfer, muß die Mischung sorgfältig umgerührt werden, bevor man sie ausgießt, weil sich sonst am Boden des Schmelztiegels eine reichhaltigere Legirung bildet, als oben. Es ist beobachtet worden, daß bei einem Verhältnisse der Metalle, welches bei genauer Vermischung 12löthiges Silber hätte geben müssen, der untere Theil 13löthig, der obere nur 11löthig ausfiel. Aber selbst nach dem Ausgießen in die Formen vertheilt sich, während des Erkaltens bis zum Erstarrungspunkte, der Silbergehalt ungleich, sodaß verschiedene Stellen des gegossenen Stückes um 2 bis 15 Tausendstel im Feingehalte differiren. Die einzige Legirung, welche diese Erscheinung nicht zeigt, sondern ganz gleichmäßig gemischt bleibt, ist die von 0,719 oder $11^{1}/_{2}$ Loth.

Durch die Legirung (alliage, *alloy*, *allay*, auch wohl Beschickung) wird die Farbe des Silbers desto mehr ins Röthliche und Rothe gezogen, je höher die Menge des zugesetzten Kupfers steigt (doch ist selbst die Mischung von 1 Theil Silber mit 4 Theilen Kupfer noch nicht ganz kupferroth); die Schmelzbarkeit nimmt zu; die Dehnbarkeit vermindert sich einigermaßen, wiewohl die Bearbeitung durch Hämmern, Walzen, Drahtziehen 2c. noch immer gut von Statten geht und nur zu Gegenständen, welche vorzugsweise eine ausgezeichnete Geschmeidigkeit erfordern (höchst feine Drähte, getriebene Arbeit), bleibt das nicht oder sehr wenig mit Kupfer versetzte Silber ein Bedürfniß. Das legirte Silber läuft beim Gießen besser in die Formen und liefert leichter einen dichten, blasenfreien, dünnen und scharf ausgebildeten Guß, als Feinsilber; die rohen — noch nicht durch Hammer oder Walze bearbeiteten — Gußstücke (namentlich aus 12- oder 13löthigem Silber) brechen bei starkem Biegen oder

kräftigem Schlagen ab, und zeigen auf den Bruchflächen ein zackiges (hakiges) Gefüge während sich nach der Bearbeitung eine viel größere Biegsamkeit und eine feinkörnige Textur offenbart. Im glühenden Zustande ist legirtes Silber von mittlerem Feingehalte (etwa zwischen 0,200 und 0,600 fein) so spröde, daß es sich im eisernen Mörser zu Pulver stoßen läßt. Durch die Verbindung mit Kupfer erlangt das Silber nicht nur schon ursprünglich eine größere Härte (welche es mehr gegen Verbiegung und Abreibung durch den Gebrauch schützt), sondern auch die Eigenschaft, seine Härte und Steifheit durch Bearbeitung in weit ansehnlicherem Maße zu vermehren. Auch die absolute Festigkeit ist im legirten Silber außerordentlich vergrößert. Drähte von 12löthigem Silber tragen (auf den Querschnitt von 1 □mm berechnet) 62,8 bis 92,3kg, wenn sie hartgezogen, und 39,7 bis 48,2kg, wenn sie ausgeglüht und dadurch weich gemacht sind. Das spezifische Gewicht des legirten Silbers ist geringer als das des feinen, und zwar desto kleiner, je höher der Kupferzusatz steigt.

Es ereignet sich bisweilen, daß beim Zusammenschmelzen feinen Silbers mit reinem Kupfer und nachfolgendem Ausgießen die Mischung mehr oder weniger Bläschen enthält, welche der späteren Bearbeitung hinderlich werden, indem sie unganze Stellen erzeugen. Man hebt diesen Uebelstand leicht durch Zusatz von 1 Theil Zink auf 128 Theile des Gemisches, wodurch die Dehnbarkeit nicht bemerkbar leidet. Beim Einschmelzen alten verarbeiteten Silbers ist dieser Kunstgriff niemals erforderlich, weil hieran sich stets Löthungen befinden, welche schon etwas Zink enthalten.

Zwölflöthiges Silber (als Blech, Draht u. dgl.) ist in seinem durch Ausglühen erweichten Zustande schon ungefähr so hart, wie gutes Kupfer bei dem erhöhten Härtegrade, welchen es durch länger fortgesetzte kalte Bearbeitung (Hämmern, Walzen, Drahtziehen) annimmt; wenn nun ersteres durch solche Behandlungen noch härter geworden ist, so steht es dem harten Schmiedeisen völlig gleich.

Durch Glühen wird das legirte Silber auf der Oberfläche schwärzlichbraun von gebildetem Kupferoxyde; stark kupferhaltiges läuft schon beim Liegen an der Luft an (wird blind) und unterliegt der Grünspanbildung. Aus einem 24 Stunden lang in Essig liegenden Löffel von 12- oder 13löthigem Silber wird wohl 0,1g und noch etwas mehr Kupfer aufgelöst.

Ueber das spezifische Gewicht des Silbers von verschiedenem Feingehalte können folgende beobachtete Zahlen angeführt werden.

a) für verschiedene Zustände des Metalls:

Feinheit.		Spezifisches Gewicht.
0,993	Gewalztes Blech . . .	10,523 bis 10,534
„	Draht	10,423
0,875	Blech	10,215 bis 10,262
„	Draht	10,228
0,812	Gegossen	9,931
„	Gehämmert (Löffel) .	10,146
„	Blech	10,160 bis 10,170
0,750	Gegossen	9,861
„	Blech	10,000 bis 10,073
„	Gehämmert (Löffel) .	10,024 bis 10,055
„	Draht	10,003
0,687	Gegossen	9,858
„	Blech	9,941 bis 9,971
0,625	Blech	9,802 bis 9,824
„	Draht	9,858
0,562	Gegossen	9,634
„	Blech	9,735 bis 9,761
0,514	Gegossen	9,422 bis 9,440
„	Blech	9,528 bis 9,670

b) für geprägtes Metall (Geldstücke):

		Spez. Gew.				Spez. Gew.
0,993	=	10,458 bis 10,539		0,833	=	10,189 „ 10,237
0,923	=	10,345 „ 10,374		0,812	=	10,172 „ 10,178
0,900	=	10,271 „ 10,317		0,750	=	10,050 „ 10,100
0,868	=	10,250 „ 10,265		0,687	=	9,974 „ 9,976

	Spez. Gew.			Spez. Gew.
0,583	= 9,744 bis 9,810		0,375	= 9,439
0,562	= 9,746 „ 9,761		0,333	= 9,383 bis 9,385
0,520	= 9,640 „ 9,685		0,312	= 9,306 „ 9,333
0,500	= 9,630 „ 9,650		0,218	= 9,153 „ 9,237
0,437	= 9,532			

Der Abnutzung durch den Gebrauch unterliegt im Allgemeinen, unter gleichen Umständen, das stärker legirte Silber weniger als das wenig legirte oder ganz feine; doch scheint die kleinste Abnutzung beim Feingehalte von etwa 0,312 einzutreten und das noch geringhaltigere sich wieder etwas mehr abzureiben. Es liegen darüber Beobachtungen an Geldstücken vor, nach welchen — abreibende Wirkung durch gleiche Mittel vorausgesetzt — das feine Silber etwa doppelt soviel Gewichtsverlust erleidet, als das von 0,312. Darnach waren nämlich die relativen Gewichtsverluste (jenen der 5löthigen Legirung als Einheit angenommen) wie folgt:

Feingehalt		Abreibung.	Feingehalt		Abreibung.
0,993	=	1,97	0,250	=	1,20
0,900	=	1,60	0,312	=	1
0,750	=	1,48	0,218	=	1,045
0,656	=	1,31			

Das Verhältniß ändert sich einigermaßen, wenn Geldsorten verschiedenen Feingehaltes durch einander umlaufen; denn indem hier die härtesten Sorten nur an weicheren, die weichsten nur an härteren sich reiben, stehen die hochhaltigen Legirungen gegen die geringhaltigen in noch größerem Nachtheile, als durch die eben mitgetheilten Zahlen ausgedrückt wird. Man darf indessen hieraus nicht schließen, daß im Geldumlaufe die aus feinerem Silber geprägten Sorten einen größeren Theil ihres Gewichtes — selbst bei Reduktion auf eine gleich große Oberfläche — verlieren, als die geringhaltigen kleinen Sorten; vielmehr ergibt die Erfahrung das Entgegengesetzte, weil größere Geldstücke weniger oft durch die Hände gehen, auch eher geschont (z. B. in Rollen gewickelt) werden. Kupfer steht in der Abnutzbarkeit ungefähr dem 0,900 feinen Silber gleich.

Das Probiren, die Probe (essai, *assay)* des Silbers hat zum Zwecke, den Feingehalt desselben zu erforschen. Annähernd geschieht dies durch die Strichprobe, essai au touchau, d. h. durch kräftiges Reiben (Streichen) auf dem Probirsteine, pierre de touche, *touch-stone*, einem mit feinem Schmirgelpulver abgeschliffenen und mit Baumöl schwach eingefetteten schwarzen Kieselschiefer, indem man die Farbe des Striches mit der Farbe, welche einige zugleich gestrichene Probirnadeln (Streichnadeln, touchaux, *touching-needles)* geben, vergleicht. Die Probirnadeln sind Stifte aus den verschiedenen vorkommenden Legirungen, als: 8löthigem, 9löthigem, 10löthigem Silber u. s. w.; diejenige Nadel, mit deren Strich der Strich des probirten Silbers am nächsten übereinstimmt, gibt den Feingehalt des letzteren (doch mit einer Unsicherheit von 1, zuweilen selbst 2 Loth!) an.

Unedle weiße Metallmischungen, welche einen silberähnlichen Strich geben, sind dadurch zu unterscheiden a) daß ihr Strich ganz oder fast ganz von dem Probirsteine verschwindet, wenn man ihn mit einer Auflösung von 4 Theilen Kupfervitriol und 3 Th. Kochsalz in 16 Th. Wasser bestreicht (doch verhalten sich Silberlegirungen von weniger als 6 Loth (0,375) Feingehalt hierbei eben so); b) daß ein starker auf dem Probirsteine gemachter Strich, durch einen darauf gebrachten Tropfen reiner Salpetersäure aufgelöst, eine beim nachherigen Hinzufügen eines Tröpfchens Salzsäure klar bleibende Flüssigkeit gibt, während beim Vorhandensein von Silber die Salzsäure durch Chlorsilberbildung die bekannte käsige weiße Trübung erzeugt. Die Strichprobe wird trüglich, wenn das Silber eine erhebliche Menge Zink (sei es durch Einschmelzen mit Schlagloth gelötheter Gegenstände oder durch absichtlichen Zusatz von Zink, Messing) enthält; denn der Zinkgehalt läßt den Strich weißer erscheinen, als er bei reiner Kupferlegirung sein würde. — Eine aus 10 Theilen Argentan und 6 Theilen Feinsilber zusammengeschmolzene Legirung gleicht ganz dem 14löthigen Silber, so daß auch die Strichprobe täuscht; allein der Strich auf dem Probirsteine wird, über einen brennenden Schwefelfaden gehalten, nicht schwarz, während der Silberstrich sich schwärzt.

Genaue Resultate geben nur die Probe durch Abtreiben (coupellation, essai à la coupelle, *coupellation)* und die nasse Probe. Beim Abtreiben wird eine gewogene kleine Menge des legirten Silbers mit Blei auf der Kapelle, dem

Treibscherben, coupelle, têt, *coupel, cupel, test* (einem von gepulverter Knoche asche verfertigten Schälchen) bei Luftzutritt unter einer Muffel (mouffle, *muffle)* i sogenannten Probirofen (fourneau à coupelle, *assay-furnace)* — neuerlich a bei Gasheizung — geschmolzen, wobei das oxydirte Blei und Kupfer sich in die porö Masse der Kapelle einziehen, während zuletzt das reine Silber als ein Korn zurü bleibt, welches man wieder wägt.[1]) Bei der nassen Probe (essai par la voie humid löst man die Legirung in Salpetersäure auf, schlägt das reine Silber durch zugesetz Kochsalzauflösung (als Chlorsilber) nieder und schließt aus der Menge des dazu erfo derlichen Kochsalzes auf die Menge des vorhandenen Silbers.[2])

Die Kapellenprobe (durch Abtreiben) gibt den Gehalt des Silbers regelmäßi um $1/_2$ bis 1, zuweilen 2 Grän zu niedrig an; die nasse Probe gewährt — mit all Sorgfalt ausgeführt — größere Schärfe des Resultates, ist daher jetzt die gebräuchlichst

Das spezifische Gewicht des legirten Silbers kann zu annähernder Ermittelung de Feingehaltes dienen, muß aber für diesen Zweck sehr genau bestimmt werden (hydrost tische Silberprobe). Nennt man L das spezifische Gewicht der Legirung, g dere Feingehalt in Gränen (18 auf das Loth): so gibt die Formel

$$g = \frac{L - 8{,}814}{0{,}00579}$$

den Feingehalt mit solcher Genauigkeit, daß die Abweichung des Rechnungsresultates vo der Wahrheit selten über 3 bis 4 Grän (etwa 1 bis $1^1/_3$ Prozent der Gesammtmass steigt, und meist weniger beträgt. Um den Feingehalt in Tausendtheilen t zu erhalte hat man

$$t = \frac{L - 8{,}814}{0{,}001667}$$

zu setzen. Am anwendbarsten ist diese Art Probe für die Legirungen zwischen 6 und 1 Loth (0,375 bis 0,875). Für rohes, gegossenes und für wenig bearbeitetes Silber ist si ganz unanwendbar; mit Draht und dicker, gehämmerter Arbeit (z. B. Löffel) gibt sie noc bedeutende Fehler; dagegen taugt sie völlig für Münzen, für dünnes (oftmals durch di Streckwalzen gegangenes) Blech und die aus solchem gefertigten Gegenstände.

Folgende Beobachtung kann recht gut dienen, um Silber von silberähnlichen Legi rungen aus unedlen Metallen zu unterscheiden. Taucht man Silber in eine Mischung vo 32 Theilen Wasser, 3 Th. doppelt-chromsaurem Kali und 4 Th. Schwefelsäure, so entsteh auf der Stelle eine purpurrothe Färbung, welche bei feinem Silber am stärksten hervor tritt, durch steigenden Kupfergehalt verringert und zuletzt ganz aufgehoben wird, soda namentlich 8löthiges Silber sie nicht mehr erzeugt. Daß eine etwa durch Weißsud ode Versilberung auf der Oberfläche vorhandene Ueberkleidung von feinem Silber vorläufi abgeschabt werden muß, bedarf kaum der Erinnerung. — Zur Ausführung der Prob wird auch folgende etwas abweichende Vorschrift gegeben: Gepulvertes rothes (doppelt- chromsaures Kali ist mit so viel reiner — salzsäurefreier — Salpetersäure von 1,20 bi 1,25 sp. G. zu übergießen, daß nach dem Umrühren ein Theil des Salzes ungelöst bleibt Das Flüssige bewahrt man auf. Ein Tropfen davon wird auf das zu prüfende Metal gebracht, wonach man sogleich mit Wasser abspült, ohne zu reiben. Bleibt ein dunkel blutrother Fleck, so ist Silber vorhanden, welches auf diese Weise selbst in geringhaltiger Legirungen nachgewiesen werden kann.

Die Legirung des Silbers mit Kupfer ist die einzige, welche regelmäßig technische Anwendung findet; man hat jedoch empfohlen, das Kupfer in der Mischung theilweise oder ganz durch Zink zu ersetzen, z. B.:

Silber	95	90	80	90	80	83,5
Zink	5	10	20	5	10	7,2
Kupfer	—	—	—	5	10	9,3

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, LV. (1856) p. 689; LVI. (1857) p. 706.

[2]) Gay-Lussac, Vollständiger Unterricht über das Verfahren, Silber auf nassem Wege zu probiren. Aus dem Französischen von J. Liebig. Braunschweig, 1833. — Polyt. Journ., Bd. 119, S. 52; Bd. 148, S. 111. — Die Silber-Probir-Methode. Von G. J. Mulder. Aus dem Holländischen übersetzt von Grimm. Leipzig 1859.

Diese Zusammensetzungen sind schön weiß, leichter schmelzbar als die entsprechenden Kupferlegirungen, sehr klingend und leicht zu bearbeiten. — Es fehlt überdies nicht an Vorschlägen zu anderen Versetzungen, bei welchen man den Zweck im Auge hatte, eine schöne und haltbare weiße Farbe mit geringem Silbergehalte zu erreichen. Dieses Ziel ist aber im Wesentlichen verfehlt worden. Die Komposition der Schweizer Silberscheidemünzen (aus Silber, Kupfer, Zink und Nickel), deren im VI. Kapitel bei Abhandlung der Münzkunst gedacht werden wird, ist nicht schön weiß und hat den Fehler, daß die Wiederabscheidung des Silbers aus derselben schwierig und kostspielig sein würde. Von besserer Farbe ist die aus 1/3 Silber und 2/3 Nickel bestehende alliage tiers-argent, zu Tafelgeschirren in einige Anwendung gekommen. Eine in Frankreich zu Luxusgegenständen versuchte Zusammensetzung aus 20 Silber, 25 bis 35 Nickel und 45 bis 55 Kupfer (oder auch 30 Silber, 21 Nickel, 49 Kupfer — 33 Silber, 25 bis 30 Nickel, 37 bis 42 Kupfer — 40 Silber, 20 bis 30 Nickel, 30 bis 40 Kupfer) ist härter und schwerer zu bearbeiten als 12löthiges Silber, dabei kaum schöner von Farbe als gutes Argentan und kostspielig in der Herstellung dadurch, daß dazu das gewöhnliche käufliche Nickel sehr sorgfältig gereinigt werden muß; sie möchte demnach — sofern man von Betrug absieht — kaum sich empfehlen. Dies gilt in noch höherem Grade, wenn zur Kostenersparung ein bedeutender Theil des Nickels durch Zink ersetzt wird, wie in folgenden Zusammensetzungen der Fall ist:

Silber	33,3	34	40,0
Nickel	8,6	8	4,6
Kupfer	41,8	42	44,6
Zink	16,3	16	10,8

Erwähnenswerth ist auch der Vorschlag, neben dem Kupfer (oder gänzlich statt desselben) **Kadmium** in die Legirung einzuführen, um die Farbe weißer zu machen; folgende derartige Mischungen werden angegeben:

Silber . . .	980	950	900	800	666	666	666	500
Kupfer . . .	15	15	18	20	—	25	50	30
Kadmium . .	5	35	82	180	334	309	284	470

Die Gewinnung des Silbers aus den eigentlichen Silbererzen, sowie aus silberhaltigen Blei- und Kupfererzen erfordert eine Anzahl verwickelter Prozesse, deren Theorie und Darstellung der chemischen Technologie angehört und deren Resultat das Brandsilber, Feinsilber (argent fin, *fine silver*) bildet; dasselbe soll nicht über 1/2 Prozent unedle Metalle enthalten. Häufig findet sich darin eine sehr kleine Menge Gold, welches bei allen früheren Operationen stets in Begleitung des Silbers geblieben ist, und durch ein besonderes Verfahren davon getrennt werden kann (S. 69).[1])

Mit Kupfer legirtes Silber (z. B. alte Münzen u. dgl.) soll oftmals gereinigt, und daraus das Silber dargestellt werden (Silberscheidung, Feinmachen, Affiniren des Silbers, affinage, *refining*). Zu diesem Behufe wird das (nöthigen Falls granulirte oder sonst zerkleinerte) Metallgemisch durch Rösten in einem Flammofen oxydirt und in bleiernen Pfannen mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, welche nur das Kupfer auflöst, das Silber aber, nur noch mit 5 oder 6 Proz. Kupfer verbunden, zurückläßt. Dieses unreine Silber wird nun mit konzentrirter Schwefelsäure in gußeisernen bedeckten Kesseln gekocht; das etwa vorhandene Gold bleibt als schwarzer Staub zurück, Silber und Kupfer aber lösen sich auf und aus dieser Flüssigkeit schlägt man durch hineingestellte Kupferbleche das Silber in Pulvergestalt nieder. Die endlich bleibende Auflösung enthält nur Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd).[2])

Das Silber aus den Feilspänen und anderen Abfällen der Silberarbeiter (Krätze, Silberkrätze) wird wiedergewonnen wie das Gold aus ähnlichen Abfällen, worin es enthalten ist. — Um von versilbertem oder silberplattirten Kupfer das Silber zu gewinnen ohne das Ganze aufzulösen, dient folgendes Verfahren: In einem Gefäße von

[1]) Abbild. aller bei der Ausbringung des Silbers gebräuchlichen Oefen ꝛc. in Karsten's Metallurgie, Bd. V.; — Dumas, Bd. VI. — Amalgamirung: Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, Bd. I. (Leipzig 1841), Artikel: Amalgamirmaschinen.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 28, S. 1. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XII. Artikel: Scheidung.

Steinzeug oder allenfalls in einem gußeisernen Kessel wird englische Schwefelsäure mit Zusatz von 5 Prozent Natronsalpeter auf 100° C. erwärmt; dann taucht man ein siebartig durchlöchertes Eimerchen von Eisenblech, worin die zu entsilbernden Arbeitsabfälle &c. sich befinden, hinein, bewegt es auf und ab, läßt es nach geschehener Auflösung des Silbers abtropfen und schwenkt es schließlich in kaltem Wasser herum. Die Säure wirkt anfangs in wenigen Minuten, später desto langsamer je mehr Silber sie schon aufgenommen hat; aus ihr wird durch Kochsalz Chlorsilber niedergeschlagen, welches leicht zu metallischem Silber zu reduziren ist.

XI. Gold (or, *gold*).

Das reine Gold hat die bekannte feurig hochgelbe Farbe, und nimmt durch Poliren einen starken Glanz an. Seine Elastizität ist nicht bedeutend, daher es wenig Klang hat; an Härte steht es dem Silber nach, geht aber dem Zinn vor; an Dehnbarkeit übertrifft es alle übrigen Metalle, sodaß z. B. die dünnsten Blättchen des geschlagenen Goldes nicht oder nur wenig über $^1/_{9000}$ mm dick sind, und der Goldüberzug auf den feinsten vergoldeten Silberdrähten zuweilen gar nur $^1/_{22000}$ mm Dicke hat. Das spez. Gew. des reinen Goldes geht von 19,26 (im gegossenen Zustande) bis zu 19,5, und selbst 19,65 (wenn es durch Bearbeitung verdichtet ist). Die absolute Festigkeit ist fast jener des Silbers gleich und beträgt (für 1 □mm) bei gegossenem Metalle 7,5 kg, bei hartgezogenen Drähten 20,3 bis 33,2, bei ausgeglühten Drähten 17,1 bis 18,8 kg. Die Schmelzhitze des Goldes ist etwas größer als die des Silbers, und wird zu 1037° C. angegeben. Im Schmelzen (wobei es sich weder verflüchtigt noch orydirt) leuchtet dasselbe mit meergrüner Farbe; beim Wiedererstarren zieht es sich beträchtlich zusammen. Weder Luft noch Feuchtigkeit noch Säuren zeigen eine Wirkung auf das reine Gold; sein Auflösungsmittel ist das Chlor, statt dessen man gewöhnlich das Königswasser, eau régale, *aqua regis* (eine Mischung von Salzsäure und Salpetersäure, in welcher viel Chlor enthalten ist) anwendet. Aus der Goldauflösung wird durch Zusatz von aufgelöstem Eisenvitriol das Gold in Gestalt eines braunen Pulvers abgeschieden. In dem so zu erlangenden Zustande chemischer Reinheit zeigt das Gold eine außerordentliche Formbarkeit (Plastizität), an diejenige des Wachses erinnernd, daher seine ausgedehnte Anwendung in der Technik der Zahnärzte.

Von dieser Verwendung abgesehen, wird das Gold, mit noch viel mehr Grund als Silber, fast nie rein verarbeitet, sowohl weil es sehr weich und der Abnutzung unterworfen ist, als auch seiner Kostspieligkeit wegen. Der Zusatz ist meistentheils sehr beträchtlich und besteht entweder in Kupfer (rothe Karatirung), oder in Silber (weiße Karatirung), oder in Kupfer und Silber (gemischte Karatirung). Die Farbe des legirten oder karatirten Goldes ist desto röthlicher, je mehr es Kupfer, und desto blasser gelb, je mehr es Silber enthält. Zur Gehaltsbestimmung wird die Mark Gold in 24 Karat, das Karat in 12 Grän getheilt. Ein Grän ist also, wie beim Silber, der 288ste Theil der Mark. Man drückt den Feingehalt (titre) des Goldes dadurch aus, daß man angibt, wie viel Karat und Grän, oder geradezu wie viel Grän reinen (feinen) Goldes in der Mark enthalten sind. So besteht 14karatiges Gold (oder Gold von 168 Grän fein) aus 14 Theilen Gold und 10 Theilen Zusatz; Gold von 7 Karat 10 Grän (oder 94 Grän) aus $7^{10}/_{12}$ (94) Gold und $16^2/_{12}$ (194) Zusatz. In den Ländern, in welchen der Feingehalt des Silbers nach Tausendtheilen ausgedrückt zu werden pflegt (S. 61), ist diese Bezeichnung auch beim Golde üblich. Auf das im Zusatz enthaltene Silber wird (außer bei großen Massen) keine Rücksicht genommen, da dessen Werth, neben jenem des Goldes, für die gewöhnlichen Fälle von geringer Bedeutung ist.

Zu besseren Arbeiten wird in den meisten deutschen Ländern 14karatiges (0,583 feines) und auch 18karatiges (0,750 feines) Gold verwendet; zu leichteren Waren verarbeitet man aber oft viel schlechteres, z. B. 6karatiges (sogenanntes Joujou-Gold), 4-, 3- und selbst $2^1/_2$karatiges, wo man dem äußern Ansehen zum Theil durch Vergoldung nachzuhelfen genöthigt ist. Das feinste verarbeitete Gold sind die Dukaten; das

Dukatengold hält $23^1/_2$ bis $23^2/_3$ Karat (0,979 bis 0,986), also nur $^1/_{48}$ oder $^1/_{72}$ Zusatz. Das Pistolengold ist $21^1/_2$- und $21^2/_3$karatig (0,895 und 0,902). Gold, welches den zur Verarbeitung gesetzlich vorgeschriebenen Feingehalt hat, wird **Probegold** (or au titre, *standard gold*) genannt. Gehalt des Probegoldes in:

			Karat	Grän		Tausendtheile
England	*old standard gold* (wenig mehr gebräuchlich)		22	—	=	0,916
	new standard gold		18	—	=	0,750
Frankreich, Belgien, Mailand, Venedig		No. 1,	22	0,96	=	0,920
		No. 2,	20	1,92	=	0,840
		No. 3 (das üblichste)	18	—	=	0,750 [1]
Oesterreich (vor 1866)		No. 1,	7	10,0	=	0,326
		No. 2,	13	1,00	=	0,545
		No. 3,	18	5,00	=	0,767
Oesterreich (seit 1866)		No. 1,	22	0,96	=	0,920
		No. 2,	20	1,92	=	0,840
		No. 3,	18	—	=	0,750
		No. 4,	13	11,04	=	0,580

Goldene **Medaillen** halten in Frankreich 0,916 oder 22 Karat.

Weiße Karatirung wird sehr selten angewendet, da sie das Gold zu blaß (messinggelb) macht; rothe Karatirung schon öfter; am gebräuchlichsten aber ist die gemischte Karatirung, in welcher das Verhältniß des Kupfers zum Silber sehr verschieden gewählt wird, je nachdem man eine mehr gelbe oder mehr röthliche Farbe zu erlangen wünscht; hiernach besteht der Zusatz zu $^3/_{10}$, $^1/_3$, $^1/_2$, $^3/_5$, $^5/_8$ oder $^2/_3$ aus Silber. 14karatig z. B. wird das gelbe (sogenannte **englische**) Gold aus 14 Gold, 6 Silber, 4 Kupfer zusammengesetzt; ein rötheres aus 14 Gold, 3 Silber, 7 Kupfer, sehr rothes zu gefärbten Arbeiten aus 14 Gold, 1 Silber, 9 Kupfer; — 16karatiges Gold, gelb aus 16 Gold, $4^2/_3$ Silber, $3^1/_3$ Kupfer; roth aus 16 Gold, $1^3/_5$ Silber, $6^2/_5$ Kupfer; — 18karatiges, gelb aus 18 Gold, $3^1/_2$ Silber, $2^1/_2$ Kupfer; roth aus 18 Gold, $2^1/_2$ Silber, $3^1/_2$ Kupfer. — **Federgold** (or à ressorts, *spring gold*), welches zu Draht gezogen oder zu Blech ausgewalzt so hart und elastisch wird, daß man daraus Federn machen kann, die den stählernen wenig nachgeben, ist 16karatig und aus 16 Gold mit $2^2/_3$ Silber und $5^1/_3$ Kupfer, oder 2 Silber und 6 Kupfer zusammengesetzt.

Es wird angegeben, daß Schmuckwaren aus einer betrüglich gemachten Legirung von Gold, Kupfer und **Zink** vorgekommen seien, welche bei einem wirklichen Gehalte von nur 12 Karat ganz die Farbe des 14karatigen Goldes zeigten, als solches verkauft waren, aber nach längerer Zeit von selbst rissig und unbrauchbar wurden.

Besondere Legirungen werden angewendet, um Gold von verschiedenen Farben zu Verzierungen auf Goldarbeiten hervorzubringen (**farbiges Gold**, or de couleur), und zwar: **grünes Gold** (or vert, *green gold*, eigentlich grünlichgelb, nur durch den Kontrast mit daneben angebrachtem rothen Golde blaßgrün erscheinend) gewöhnlich aus 2 bis 6 Theilen fein Gold und 1 Theil fein Silber; aber auch unter Mitanwendung von **Kadmium** (750 Gold, 166 Silber, 84 Kadmium; oder 750 Gold, 125 Silber, 125 Kadmium; oder 746 Gold, 114 Silber, 97 Kupfer, 43 Kadmium); — **gelbes Gold** (or jaune, *antique gold*), im Besonderen blaßgelb: 1 Gold, 2 Silber; hochgelb: 4 Gold, 3 Silber, 1 Kupfer; oder 147 Gold, 7 Silber, 6 Kupfer; oder 147 Gold, 9 Silber, 4 Kupfer; — **rothes Gold** (or rouge), im Besonderen blaßroth (*red gold*): 3 Gold, 1 Silber, 1 Kupfer; oder 10 Gold, 1 Silber, 4 Kupfer; hochroth (*full red gold*): 1 Gold, 1 Kupfer; oder 1 Gold, 2 Kupfer; — **graues Gold** (or gris, *grey gold*) 30 Gold, 3 Silber, 2 Stahlfeilspäne; oder 4 Gold, 1 Stahl; oder 29 Gold, 11 Silber; — **blaues Gold** (or bleu, *blue gold*) 1 bis 3 Gold, 1 Stahl. — Um in dieser Farbenreihe auch Weiß zu haben, wendet man unvermischtes Silber oder Platin an.

Metallmischung zum Ausfüttern der Zapfenlöcher in Uhren (welche weniger Reibung erzeugen soll, als Edelsteine): 72 Gold, 44 Silber, 92 Kupfer, 24 **Palladium**. Bräunlichroth von Farbe, so feinkörnig wie Stahl, beinahe so hart wie Schmiedeisen, und einer guten Politur fähig.

Die **Legirung** des Goldes geschieht durch Zusammenschmelzen in Graphittiegeln im Windofen oder in der Esse; sorgfältiges Umrühren ist hierbei sehr wesentlich,

---

[1]) In Folge der gesetzlichen Toleranz regelmäßig nur 0,747.

um eine gleichförmige Mischung zu erhalten, da das Gold wegen seines großen spezifischen Gewichts sich sehr leicht in größerer Menge auf den Boden des Tiegels begibt. Da gewöhnlich alte Goldarbeiten von verschiedenem Gehalte einzuschmelzen sind, so legirt man diese mit einander in solchem Verhältnisse, daß entweder schon hierdurch oder nöthigenfalls erst noch durch Zusatz von Kupfer und Silber, oder von Dukatengold derjenige Feingehalt entsteht, welchen man beabsichtigt. Das angewendete Kupfer muß sehr rein und das alte Gold nicht mit Zinnloth verunreinigt sein; denn sehr kleine Beimischungen von Zinn, Blei oder Zink vermindern die Dehnbarkeit des Goldes merklich. Goldabfälle (Schnitzel und Feilspähne) reinigt man vor dem Einschmelzen sorgfältig von Eisentheilen unter Benutzung eines Magnetes.

Die Mischungen aus Gold und Kupfer, wie auch die aus Gold und Silber, zeigen nicht die beim legirten Silber (S. 61) beobachtete Erscheinung, während des Erstarrens einen ungleichen Feingehalt in verschiedenen Theilen desselben Gußstückes anzunehmen.

Oechsle's Goldlegirungswage, mittelst welcher auf rein mechanischem Wege ohne Rechnung, die Menge von Gold oder Kupfer gefunden wird, welche zu einer gegebenen Menge legirten Goldes hinzugefügt werden muß, um es in eine Legirung von gewünschtem höheren oder niedrigeren Gehalte zu verwandeln, — ist nur für rothe Karatirung bestimmt [1]); dagegen desselben Erfinders sogenannte Rechenmaschine zur mechanischen Lösung ähnlicher Aufgaben bei gemischter Karatirung. [2])

Das Probiren des Goldes geschieht auf dem Probirsteine (S. 63) mittelst der Probirnadeln oder Goldnadeln, Goldstreichnadeln; weit genauer durch Abtreiben (Kupelliren, Kapellenprobe) [3]) oder durch die nasse Probe. Bei der Strichprobe muß man Probirnadeln von rother, weißer und gemischter Karatirung, und zwar von 6 bis zu 18 Karat Feingehalt haben. Der Strich läßt sich durch seine Farbe allein nicht genau und sicher beurtheilen; man benetzt ihn daher mit Scheidewasser (Salpetersäure) — besser mit der aus reiner Salpetersäure und etwas Salzsäure oder Kochsalz zusammengesetzten Probesäure (98 Th. Salpetersäure vom spez. Gew. 1,34 auf 2 Theile Salzsäure von 1,17 und 25 Theile Wasser; oder 125 Salpetersäure von 1,27 und 2 Salzsäure von 1,17 ohne Wasserzusatz; nach anderer Vorschrift: für 15- bis 18karatiges Gold 200 Theile Salpetersäure von 1,31 und 3 Th. Kochsalz; für 11- bis 15karatig 1000 Salpetersäure von 1,165 und 1 Kochsalz; für 6- bis 11karatig Salpetersäure von 1,214 ohne Kochsalz) — und beobachtet, welcher von den Nadelstrichen gleichzeitig mit dem Striche des geprüften Goldes entfärbt oder angegriffen wird, und welcher Nadelstrich mit dem letztern am nächsten hinsichtlich der auf dem Steine ungelöst zurückbleibenden Menge Gold übereinstimmt. Die Strichprobe ist bei Gold überhaupt sehr unzuverlässig und auf Gold unter 6 Karat oder über 18 Karat Feingehalt gar nicht anwendbar. Striche von Tombak und ähnlichen unedlen Metallmischungen, welche mit Gold verwechselt werden könnten, nimmt das Scheidewasser ganz weg; aber auch von dem Striche sehr geringhaltigen Goldes bleibt nichts oder fast nichts stehen, weil das wenige reine Gold zu lose auf dem Steine haftet und mechanisch beim Aufstreichen der Säure weggewischt wird. — Bei der Probe durch Abtreiben wird das Gold mit Silber und Blei zusammengeschmolzen und die Mischung wie eine Silberprobe behandelt. Es bleibt ein goldhaltiges Silberkorn zurück, welches zu einem Streifen ausgehämmert und mit Salpetersäure gekocht wird, wobei diese das Silber auflöst, das Gold aber rein zurückläßt. — Bei der (in der Praxis nicht üblichen) nassen Probe wird das legirte Gold in Königswasser aufgelöst und durch Eisenvitriol das reine Gold aus der Auflösung abgeschieden; oder man schmelzt das zu prüfende Metall mit Silber zusammen und löst es in Salpetersäure auf, wobei das Gold zurückbleibt. In diesen beiden Fällen, sowie bei der Kapellenprobe, zeigt das Gewicht des zuletzt erhaltenen reinen

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 67, S. 262. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1838, S. 265. — Gewerbe-Blatt für Sachsen, IV. Jahrg. 1839, S. 190.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 78, S. 338.

[3]) Bulletin d'Encouragement, 1854, p. 430; 1856, p. 689. — Polyt. Centr., 1854, S. 1442; 1857, S. 313.

Goldes, verglichen mit dem Gewichte der angewendeten Legirung, den Feingehalt der letzteren an.

Das spezifische Gewicht des legirten Goldes kann nicht füglich zur Erforschung des Feingehaltes dienen; es ist zwar im Allgemeinen desto geringer, je mehr Zusatz das Gold enthält, aber das spezifische Gewicht des reinen Goldes wird durch beigemischtes Kupfer weit mehr heruntergezogen, als durch einen gleich großen Zusatz von Silber. Dies zeigen z. B. folgende drei Legirungen von gleichem Feingehalte = 21 Karat, 5,4 Grän oder 257,4 Grän, (fast 0,894), deren spez. Gew. in gegossenem Zustande bestimmt wurde: legirt mit 30,6 Grän Kupfer, 17,157; mit 19,2 Grän Kupfer und 11,4 Grän Silber, 17,344; mit 7,8 Grän Kupfer und 22,8 Grän Silber, 17,927. — Die Mischung von 12 Theilen Gold mit 1 Theil Kupfer (rothe Karatirung 22 Karat 2 Grän oder 0,923 fein) soll das spez. Gew. 17,257 haben; 22karatiges Gold = 0,925 (wahrscheinlich gemischt legirt) 17,720; rothe Karatirung 7 Karat 10 Grän oder 0,326 fein, 10,279. Nachstehende Bestimmungen betreffen Goldmünzen:

Karat	Grän			
23	8	= 0,986	Oesterreichische Dukaten	18,973
22	—	= 0,916	Engl. Sovereigns **röthlich** (ungebeizt)	17,429
22	—	= 0,916	Dergleichen, **gelb** (gebeizt)	17,716
21	8	= 0,902	Preußische Pistolen, gelb	17,291
21	7,2	= 0,900	Zwanzigfranken-Stücke, röthlich	17,155
21	7,2	= 0,900	Dergleichen, gelb	17,419
21	6	= 0,895	Hannoversche Pistolen, röthlich	17,096
21	6	= 0,895	Dergleichen, gelb	17,269

Legirungen aus Gold und Silber, gegossen:

Auf 1 Theil Gold	Feingehalt	Sp. Gew.	Auf 1 Theil Gold	Feingehalt	Sp. Gew.
0,091 Th. Silber	(0,916)	18,041	1,096 Th. Silber	(0,477)	13,432
0,137 „ „	(0,879)	17,540	2,193 „ „	(0,313)	12,257
0,274 „ „	(0,785)	16,354	3,289 „ „	(0,233)	11,760
0,548 „ „	(0,646)	14,870			

Durch die Legirung wird das Gold leichtflüssiger, weniger dehnbar, aber viel härter und fester; auch erlangt das legirte Gold durch Hämmern, Walzen und Drahtziehen viel schneller und in viel höherem Grade als das reine Gold eine solche Härte (und selbst Sprödigkeit), daß man es ausglühen muß, um die Bearbeitung fortsetzen zu können. In diesen Beziehungen äußert der Zusatz von Kupfer einen auffallendern Einfluß, als der von Silber. Drähte aus Pistolengold (0,902) zerreißen durch eine Kraft, welche, für 1 □^{mm} berechnet, 45,8^{kg} beträgt. Drähte aus 14karätigem Golde (0,583), welches zu $^7/_{10}$ mit Kupfer und $^3/_{10}$ mit Silber legirt war (also aus 14 Theilen Gold, 7 Th. Kupfer und 3 Th. Silber bestand), zerrissen bei einer Belastung, welche von 92,9 bis 111,5^{kg} pro □^{mm} stieg, wenn sie hartgezogen, und von 68,8 bis 79,[illegible]^{kg}, wenn sie geglüht waren.

Das Vorkommen des Goldes in der Natur ist nicht sehr mannigfaltig, denn dieses Metall findet sich stets in regulinischer Gestalt, und zwar zumeist mit anderen Metallen, immer aber mit Silber verbunden. In Folge dessen ist das Resultat der zu seiner Gewinnung erforderlichen Aufbereitungs-[1]), Schmelz- und Amalgamirungs-Prozesse stets ein silberhaltiges Gold oder (noch gewöhnlicher, wenn das Silber überwiegt) ein goldhaltiges (**güldisches**) Silber. Daher ist zuletzt immer noch die Trennung dieser beiden Metalle erforderlich, welche durch die sogenannte **Goldscheidung** (départ, *parting*) bewirkt wird. Gegenwärtig hat die Scheidung durch Schwefelsäure alle anderen früher ausgeübten Scheidungs-Methoden verdrängt. Das güldische Silber wird durch Schmelzen und Ausgießen in Wasser in Körner verwandelt (**granulirt**). Ist die Menge des Goldes in der Mischung überwiegend, so muß letztere noch mit Silber zusammengeschmolzen werden, weil die Schwefelsäure nur auf eine Legirung, in welcher das Silber stark vorherrschend ist (d. h. wohl auf goldhaltiges Silber, nicht aber auf silberhaltiges Gold), einwirkt. Man bringt das granulirte Metall in einen gußeisernen Kessel, der mit einem bleiernen Deckel, einem Sicherheits-

[1]) **C. Zerrenner**, Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamanten-Waschen aus Seifengebirge, Ufer- und Flußbett-Sand. Leipzig 1851.

Ventile und einem Abzugsrohre für die Dämpfe versehen ist, übergießt es mit starker Schwefelsäure und kocht so lange, bis das Silber (nebst dem etwa vorhandenen Kupfer) gänzlich aufgelöst ist, wobei das Gold als Pulver zurückbleibt. Dies schmelzt man in Tiegeln zusammen; die schwefelsaure Auflösung aber wird in bleierne Pfannen gebracht, in die man Kupferplatten stellt, um das Silber als metallischen Staub abzuscheiden, der dann auf einem Test zusammengeschmolzen und mit Bleizusatz feingebrannt wird [1]).

Bei der Wohlfeilheit der Schwefelsäure, und seit man (statt der früher angewendeten Platingefäße) eiserne Kessel anwenden gelernt hat, ist die Scheidung selbst bei solchem Silber noch lohnend, welches kaum $^1/_{100000}$ ($^1/_{1000}$ Proz.) seines Gewichtes an Gold enthält, sodaß sehr viel altes verarbeitetes Silber, in welchem fast immer ein sehr kleiner Goldgehalt sich findet, mit Vortheil geschieden, d. h. zur Gewinnung des Goldes in Schwefelsäure aufgelöst worden ist. Das geschiedene Gold (Scheidegold) hat gewöhnlich einen Feingehalt von etwa 0,996 bis 0,997 (23 Karat 11 Grän); das dabei gewonnene Silber von 0,990 bis 0,992 (15 Loth 15 bis $15^1/_2$ Grän). Vergl. Silberscheidung S. 65.

Feinmachen des Goldes durch Zementiren: Aus dem mit viel Kupfer versetzten Golde, am besten wenn es 8- bis 12karatig ist, kann Feingold dargestellt werden, indem man es zu dünnen Platten auswalzt, dann in einem thönernen Tiegel mit nachstehendem Zementirpulver (auf je 1 Theil Gold 3 Th. Ziegelmehl, 1 Th. Kochsalz, 1 Th. Alaun, 1 Th. Eisenvitriol, innig gemengt und mit Essig befeuchtet) schichtet, ziemlich fest eindrückt, endlich 3 bis 4 Stunden lang in schwachem Rothglühen erhält. Das nun zwar gereinigte aber sehr poröse und mürbe Gold wird mit etwas Borax geschmolzen.

Die Feilspäne, Abschabsel und andere Abfälle von der Bearbeitung des Goldes (Krätze, Gekrätz, Goldkrätze, lavure, cendres, *dross*, *sweepings*) werden zur Wiedergewinnung des Goldes entweder bloß geschlämmt und geschmolzen, oder einem Amalgamations-Prozesse in den sogenannten Krätzmühlen unterworfen [2]). Letztere bestehen aus Kufen mit eingesetzten eisernen Schalen und einer Rühr-Vorrichtung, oder in einer Tonne, welche um ihre Achse gedreht wird. Die Krätze wird nebst Quecksilber und heißem Wasser eingefüllt und ein Paar Stunden durch den Mechanismus gerieben oder geschüttelt, wobei das Gold mit dem Quecksilber sich zu einem Amalgame verbindet. Dieses trennt man durch Auspressen in einem Beutel von sämischgarem Leder vom überflüssigen Quecksilber, destillirt es zur gänzlichen Entfernung des Quecksilbers aus eisernen Retorten und schmelzt endlich das zurückgebliebene Gold zusammen. War die Krätze silberhaltig, so ist das Produkt eine Mischung aus Gold und Silber, welche auf die schon angegebene Weise geschieden werden kann.

XII. Platin (platine, *platinum*).

Die Anwendungen des Platins in den Gewerben sind ziemlich beschränkt. Man verfertigt daraus Schmelztiegel, Abdampfschalen, Löffelchen ꝛc. für chemische Laboratorien, Destillirkessel für Schwefelsäurefabriken; in Rußland wurde es (von 1828 bis 1844) ausgemünzt; dünne, nach Art des Blattgoldes aus Platin geschlagene Blättchen wendet man zuweilen statt des Silbers zum Belegen hölzerner Rahmen, Schnitzarbeit ꝛc. an, wobei das Platin besonders neben der Vergoldung eine gute Wirkung macht, und den Vorzug hat, daß es nicht wie Silber braun anläuft; weiße Verzierungen auf Goldschmuck werden manchmal aus Platin hergestellt; ja Kettchen, Stockknöpfe, Tabaksdosen u. dgl. sind manchmal ganz aus Platin gemacht worden, haben jedoch wegen ihrer unansehnlichen Farbe wenig Beifall gefunden.

Das Platin hat ein spezifisches Gewicht von 21,0 bis 21,74, ist eben so unveränderlich bei der Einwirkung der Luft, Feuchtigkeit u. a. Einflüsse, wie das reine Gold; wie dieses löst es sich in keiner Säure, sondern nur in Chlor und Königswasser auf; es hat sogar vor dem Golde den Vorzug größerer Härte und Festigkeit (Platindrähte zerreißen, hartgezogen bei einer Belastung von 34 bis 40^{kg}, geglüht bei 27 bis $31{,}8^{kg}$ auf 1 $\square^{mm}$), ohne in viel geringerem Grade dehnbar zu sein. Demnach

[1]) Techn. Encykl., Bd. VII. Artikel Scheidung. — Br. Kerl, die Rammelsberger Hüttenprozesse, Clausthal 1854, S. 135.

[2]) Techn. Encykl., Bd. VII. Artikel: Goldarbeiten. — Brevets XI. 21, XXVIII. 17, XXXI. 85. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 375. — Berliner Verhandlungen, I. (1822) S. 194.

würde es sich zur Verarbeitung und Anwendung in allen den Fällen eignen, wo man sich des Goldes bedient; um so mehr, als sein Preis nur etwa den dritten Theil des Goldpreises (oder nahe das Fünffache des Silberpreises) erreicht. Allein die grauweiße, der des Silbers an Schönheit weit nachstehende Farbe des Platins ist wenig geeignet, dasselbe als Gegenstand des Schmuckes angenehm zu machen; und überdies erschwert die Schwerschmelzbarkeit dieses Metalls seine Verarbeitung. Das Platin ist nämlich so strengflüssig (Schmelzpunkt etwa 2500° C.), daß es im heftigsten Ofen- und Essenfeuer nur in kleinen Mengen geschmolzen werden kann; dagegen ist es schweißbar, so daß sich Pulver und kleinere Stücke in der Weißglühhitze durch starken Druck oder Hammerschläge zu größeren Massen vereinigen. Sein Gefüge ist nach lange fortgesetzter Bearbeitung sehr dicht, in dicken geschmiedeten Stücken aber so stark faserig, daß der Bruch dem des sehnigen Stabeisens ähnlich erscheint.

An reinem geschmiedeten Platin wurde das spezifische Gewicht 21,277 bis 21,309 beobachtet; einzelne bedeutend höhere Angaben (bis zu 23,543) scheinen auf Irrthum zu beruhen. Unreines (russisches) Platin zeigte ein viel niedrigeres spezifisches Gewicht, nämlich geschmiedet 19,070, in Münzen 19,105 bis 19,876.

Das Schmelzen einigermaßen großer Mengen Platin (bis zu 15 kg auf ein Mal) ist gelungen, indem man ein Gefäß aus gebranntem Kalkstein und zur Erhitzung die durch Sauerstoffgas angefachte Flamme des Wasserstoffgases oder des Leuchtgases aus Steinkohlen gebrauchte[1]). Das geschmolzene Platin zeigte ein spezif. Gewicht = 21,15.

Verschiedene Legirungen des Platins sind empfohlen und zum Theil angewendet worden, um Schmucksachen u. dgl. herzustellen, welche eine vortheilhaftere Farbe zeigen als unvermischtes Platin. a) Weiße Zusammensetzungen (platine au titre genannt), und zwar Nro. 1: 35 Platin, 65 Silber; Nro. 2: 17½ Platin, 82½ Silber. Zum Löthen der Gegenstände wendet man als Loth die Platin-Silber-Legirung selbst an, nachdem man ihr 2 bis 3 Prozent Kupfer zugesetzt hat, um sie schmelzbarer zu machen. — b) Zusammensetzungen von goldähnlicher Farbe: 3 Platin, 13 (auch mehr oder weniger) Kupfer; oder: 2 Platin, 1 Silber, 2 Messing, 1 Nickel, 5 Kupfer.

Legirung zu Schreibfedern, welche dem Rosten nicht unterliegen: 4 Platin, 3 Silber, 1 Kupfer. — Legirungen um Blech und Draht zur Verfertigung künstlicher Gebisse daraus herzustellen: 2 Platin, 1 Gold; — 2 Platin, 1 Silber; 6 bis 9 Platin, 2 Gold, 1 Silber; 14 Platin, 4 Gold, 6 Silber; — 2 Platin, 1 Silber, 1 Palladium; — 10 Platin, 6 Gold, 8 Palladium.

Zur Bereitung der Legirungen wird das Platin als Platinschwamm (s. unten) den übrigen schon geschmolzenen Metallen zugesetzt.

Das Platinerz (das rohe Platin, der Platinsand), woraus das Platin dargestellt wird, findet sich in Südamerika und am Ural in Körnern von der Größe eines feinen Sandes bis zu der einer Erbse und zuweilen in noch viel größeren Stücken; es enthält nicht unbeträchtliche Beimischungen von anderen Metallen, als: Eisen, Kupfer, Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium u. s. w., so daß der Platingehalt nur 55 bis 87 Prozent beträgt. Um daraus das Platin darzustellen, befolgt man in Rußland folgendes Verfahren. Das Erz wird in großen Porzellanschalen mit Königswasser (aus 3 Theilen Salzsäure vom spezifischen Gewichte 1,205 und 1 Th. Salpetersäure vom spezif. Gew. 1,375) übergossen, und durch acht- bis zehnstündige Erwärmung aufgelöst. Die Auflösung wird in Glasgefäßen mit Salmiakauflösung vermischt, wodurch ein gelber pulvriger Niederschlag (Platinsalmiak) sich abscheidet, der aus Platinchlorid und Chlorammonium (salzsaurem Ammoniak) besteht, mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, endlich in Schalen von Platin geglüht wird. Er hinterläßt hierbei das Platin als eine Masse kleiner, lockerer und weicher Klümpchen von grauer Farbe und ohne Glanz (Platinschwamm, schwammiges Platin, platine en éponge, *spongy platinum*). Geschmolzen kann das Metall nicht werden; man muß es daher durch Schweißung in die Gestalt zusammenhängender, schmiedbarer Massen bringen. Zu diesem Behufe wird der Platinschwamm in einem messingenen Mörser mit einem ebenfalls messingenen Pistill zerrieben, durch ein feines

---

[1]) Bulletin d'Encouragement 1859, p. 611. — Polyt. Journ., Bd. 154, S. 130. — Polyt. Centr. 1860, S. 960.

Sieb gesiebt, in eine zylindrische gußeiserne Form gefüllt und durch einen daraufgesetzten, in die Form passenden, stählernen Stempel mittelst einer mächtigen Schraubenpresse so stark als möglich zusammengedrückt. Nach dem Herausnehmen aus der Form erscheint das Metall als ein niedriger Zylinder, der zwar dicht aussieht, aber jedoch noch beim Schlagen zerbröckelt. Eine Anzahl solcher Zylinder oder Scheiben wird nun im Porzellanbrennofen durch 36 Stunden heftig geglüht, wobei sie bedeutend zusammenschwinden; sodaß eine Scheibe von 100 ^{mm} Durchmesser und 19^{mm} Dicke nach dem Glühen nur noch 81^{mm} Durchmesser und 13^{mm} Dicke besitzt. In diesem Zustande läßt sich das Platin ohne besondere Vorsicht schmieden und sodann durch Walzen zu Blech ausdehnen, zu Draht ziehen, überhaupt beliebig verarbeiten.

Man kann auch 1 Theil Platinerz mit 2 bis 3 Theilen Zink zusammenschmelzen, dieses höchst spröde Gemisch zu feinem Pulver stoßen, das gebeutelte Pulver durch Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure von Zink und Eisen befreien, aus dem ausgewaschenen Rückstande durch Salpetersäure den größten Antheil der übrigen fremden Metalle entfernen, endlich das übrigbleibende Platin durch Auflösung in Königswasser &c. (wie oben) zu Gute machen. Der Vorzug dieses Verfahrens besteht in einer großen Ersparung an Königswasser und schnellerer Wirkung desselben.

Eine neuere Methode der Platindarstellung [1]) läuft wesentlich darauf hinaus, das Erz (bis zu 30 ^{kg} auf ein Mal) mit Blei zusammenzuschmelzen, die Legirung dem Abtreiben zu unterwerfen und zuletzt das übrig bleibende Platin auf die S. 71 angegebene Weise zu schmelzen.

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, 1861, p. 414.

Zweites Kapitel.

Darstellung roher Formen aus Metall (erste Stufe der Verarbeitung).

Die Hervorbringung eines jeden Gegenstandes aus Metall zerfällt bei genauerer Untersuchung in zwei Hauptabschnitte, nämlich in die Darstellung der rohen Form und in die fernere Ausarbeitung. Obwohl nun nicht immer die Grenzlinie völlig scharf zu ziehen ist, welche diese beiden Perioden trennt, so kann man doch im Allgemeinen bemerken, daß es gewisse Verarbeitungen der rohen Metalle gibt, welche als Haupt-Vorbereitungen zur Darstellung aller, selbst der künstlichsten, Metall-Fabrikate dienen. Jeder Bestandtheil einer Metallarbeit ist ursprünglich entweder a. gegossen, oder b. geschmiedet, oder c. aus gewalzten Stäben oder aus Blech, oder endlich d. aus Draht verfertigt worden. Gußstücke, geschmiedete und gewalzte Stücke, Blech und Draht sind daher die ersten oder ursprünglichen Gestalten, das Material zur ferneren Verarbeitung, gleichsam die erste Hauptstufe der Metallverarbeitung überhaupt. Daß sie oft auch ohne weitere Bearbeitung schon fertiges Fabrikat, Gegenstand des Gebrauchs oder des Handels sind, ändert an dieser Betrachtung nichts. Es ist daher die Aufgabe der Technologie, die Produkte dieser ersten Bearbeitung und ihre Verfertigungsarten zusammenzustellen und systematisch geordnet zu betrachten. Nach dem Gesagten trennt sich dieses Kapitel in drei Abtheilungen: Gießerei, Schmieden und Walzen (mit Einschluß der Blechfabrikation), Drahtfabrikation.

Diese Bearbeitungen gründen sich, wie man sieht, auf die Benutzung zweier Haupteigenschaften der Metalle: ihrer Schmelzbarkeit und Dehnbarkeit. Es gibt außer den beiden hierdurch begründeten Wegen, um Metalle in beliebige Gestalten zu formen, nur noch einen einzigen, welcher darin besteht, von einem vorliegenden Stücke alle überflüssigen Theile durch Lösung des Zusammenhanges abzunehmen (wegzuschneiden u. s. w.) Dieses Verfahren ist die Grundlage fast aller — im 3. Kapitel abzuhandelnden — Bearbeitungen zur weiteren Ausbildung der Gestalten, für welchen Zweck die Dehnbarkeit der Metalle weit seltener in Anspruch genommen wird. Man könnte somit auch sämmtliche mechanische Metallverarbeitungs-Prozesse unterscheiden in solche, welche gegründet sind: a) auf die Schmelzbarkeit, b) auf die Dehnbarkeit, c) auf die Zertheilbarkeit.

Erste Abtheilung.

Gießerei[1]).

Metalle gießen (fondre, couler, jeter en moule, *found, cast*) heißt: denselben in geschmolzenem Zustande eine bestimmte Gestalt geben, welche sie nach dem Wiedererstarren behalten. In der Regel wird diese Absicht dadurch erreicht, daß man mit dem flüssigen Metalle eine Höhlung oder Vertiefung von bestimmter Gestalt anfüllt. Auf diese Weise geformtes Metall heißt ein Gußstück (Guß, Gußware, ouvrage de fonte, pièce moulée, *cast, casting*). Der Körper, dessen Höhlung mit Metall gefüllt wird, sowie wohl auch die Höhlung selbst, führt den Namen Form (Gießform, Gußform, moule, *mould*). — Ein Gießen ohne Gießform (im obigen Sinne) kommt bei der Verfertigung des Flintenschrotes vor.

Damit ein Metall zum Gießen tauge, muß es 1. ohne zu große Schwierigkeit schmelzbar sein; 2. nach dem Gießen ein dichtes Gefüge, ohne Höhlungen, Blasen u. s. w. besitzen; 3. die Gießform so genau und vollständig, wie für die Bestimmung der Gußstücke nöthig ist, ausfüllen. In letzterer Beziehung ist zu bemerken, daß Metalle, welche im geschmolzenen Zustande dickflüssig sind, weniger leicht und genau in feine Höhlungen und Vertiefungen der Gießformen eindringen, als dünnflüssige; sowie, daß die mehr oder weniger gute Ausfüllung der Formen wesentlich von dem Schwinden (retraite, retrait, *contraction, shrinkage*) der Metalle abhängt. Vermöge des Schwindens fällt das erkaltete Gußstück stets etwas kleiner aus, als der hohle Raum der Form gewesen ist, und die Größe des letztern muß öfters mit Rücksicht hierauf voraus bestimmt werden, wenn nämlich das Gußstück genau festgesetzte Dimensionen haben soll, und nicht erst durch nachfolgende Bearbeitung noch verkleinert werden kann oder darf.

Das Schwinden ist die vereinigte Wirkung zweier ganz verschiedener Ursachen, nämlich der Volumensveränderung (in der Regel: Zusammenziehung, nur bei Gußeisen und etwa beim Zink: Ausdehnung) im Augenblicke des Erstarrens, und der nachherigen Zusammenziehung beim Abkühlen des schon festgewordenen Metalles. Das Schwindmaß (der Betrag des Schwindens) ist bei den verschiedenen Metallen nicht gleich, und selbst bei einerlei Metall nach den Umständen, besonders nach der Temperatur des Metalles beim Gießen, verschieden. Nach den vorhandenen Beobachtungen beträgt die lineare Zusammenziehung bei:

Gußeisen . . . . (beim dunkelgrauen weniger als beim lichtgrauen und weißen)	$1/125$	bis	$1/63$	durchschnittlich	$1/97$
Messing	$1/80$	"	$1/50$	"	$1/64$
Glockenmetall	—	"	—	"	$1/63$
Statuenbronze	$1/170$	"	$1/72$	"	$1/120$
Kanonenmetall	—	"	—	"	$1/130$
Zink	$1/97$	"	$1/65$	"	$1/80$
Blei	$1/104$	"	$1/86$	"	$1/92$
Zinn (ohne Bleizusatz)	$1/173$	"	$1/120$	"	$1/147$

Den Betrag der Schwindung für das Flächenmaß und für den Kubikinhalt findet man genau genug, wenn man das lineare Schwindmaß im ersten Falle verdoppelt,

---

1) J. B. Launay d'Avranches, Manuel du fondeur sur tous metaux. 2 Tomes, Paris 1827; 2e édit. 1836. — Overman, the moulders and founders pocket guide. Philadelphia 1851, London 1852. — C. Hartmann, Handbuch der Metallgießerei. 4. Aufl. 2 Bde. 8. Weimar 1863. (Bd. 259, 260 des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — Holtzapffel, I. 317—375. — Guettier, De la fonderie telle qu'elle existe aujourd'hui en France et de ses nombreuses applications à l'industrie. Paris, 1844. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858) S. 442. — Technologisches Skizzenbuch von C. H. Schmidt, II. Abth. Taf. 1—6. (Stuttgart, 1865.)

im letzteren verdreifacht. Schwindet z. B. ein Parallelepipedum in jeder seiner Dimensionen um $^1/_{96}$, so beträgt dies auf jeder Fläche $^1/_{48}$ des Quadratinhaltes und vom körperlichen Inhalte $^1/_{32}$. Das Schwinden verursacht zuweilen bedeutende Schwierigkeiten im Gießen großer, namentlich hohler Gegenstände, sofern bei einem vorhandenen Hindernisse gegen die freie Zusammenziehung das Metall durchreißt. Ein solches Hinderniß bildet bei hohlen oder mit großen Oeffnungen versehenen Stücken der Kern, d. h. jener Formbestandtheil, welcher innerhalb der Höhlung oder Oeffnung des Gusses sich befindet. Oft ist es daher nöthig, den Kern sofort nach Erstarrung des frischen Gußstücks zu entfernen, wenn er aus einem harten Körper (z. B. Metall) besteht, oder ihn durch Abkratzen schnell zu verkleinern, wenn er aus einem dieses Verfahren zulassenden Materiale (Lehm, Sand) gebildet ist. In dieser Beziehung kommen zuweilen interessante Kunstgriffe zur Anwendung; in Paris hat man z. B. beim Gießen eines kolossalen bronzenen Säulenkapitells im Ganzen (also in ringartiger Gestalt) in den Sandkern dicke Eisenpflöcke stehend eingeschlossen, diese nach dem Erstarren des Metalles rasch ausgezogen und in die Höhlungen Wasser einlaufen lassen, welches den Kern erweichte und für die Zusammenziehung der Bronze nachgiebig machte.

Durch das Schwinden vermindert sich nur die Größe des Gußstückes. Erscheinungen, die davon unterschieden werden müssen, weil sie eine Veränderung der Gestalt herbeiführen, sind das Saugen und Verziehen. Das Saugen, tassement, wobei auf größeren Oberflächen das Metall flach-grubenartig einsinkt, auch wohl im Innern Höhlungen (soufflures) entstehen, erklärt sich durch die nähere Betrachtung des Vorganges beim Erstarren des Gußstückes, wobei sich ergibt, daß in Folge der von Außen nach Innen verschreitenden Abkühlung immer schon eine äußere Schicht ringsum erstarrt ist, wenn im Innern noch ein flüssiger Kern sich vorfindet; letzterer verkleinert nach dem späterhin auch erfolgenden Erstarren durch Abkühlung sein Volumen, was nothwendig mit der Entstehung luftleerer Hohlräume oder (besonders bei Gußstücken mit ebenen Begrenzungsflächen) mit einem Einsinken jener zuerst erstarrten Schicht (durch Wirkung des Atmosphärendruckes) verbunden ist. Das Ziehen, Verziehen oder Werfen (se déjeter, *distorting*) ist die durch ungleichmäßige Zusammenziehung bei zu schneller und ungleicher Abkühlung eintretende Gestaltänderung eines Gußstückes, welche unter Umständen bis zu gänzlicher Abtrennung einzelner Theile sich steigern kann. Zum Saugen ist das graue Gußeisen am wenigsten, das weiße Roheisen, die Bronze, das Messing, Blei und Zink mehr, das Zinn am meisten geneigt.

Die Metalle sind, in Beziehung auf die angegebenen, die Tauglichkeit zum Gusse bedingenden Eigenschaften sehr verschieden, und daher nicht in gleichem Grade zur Gießerei anwendbar. Je schmelzbarer ein Metall ist, desto weniger und desto einfachere Vorkehrungen wird es zum Gusse erfordern (Zinn, Blei); Metalle, welche im Gießen löcherig oder blasig ausfallen, sind wenig oder gar nicht anwendbar (Kupfer); solche, welche dünnflüssig sind und wenig schwinden, nehmen am vollständigsten die Gestalt der Gießform mit allen feinen Umrissen derselben an, liefern die schärfsten und schönsten Güsse, zumal wenn bei ihnen im Augenblicke des Erstarrens eine Ausdehnung stattfindet (Gußeisen, Zink).

Die Behandlung der Metalle bei der Schmelzung vor dem Gießen ist von wichtigem Einflusse. Sie müssen den gehörigen Hitzegrad haben; zu wenig heiß, erstarren sie früher als sie in die entferntesten Theile der Form gelangen; zu weit über ihren Schmelzpunkt erhitzt, ziehen sie sich schon vor dem Erstarren merklich zusammen, schwinden mehr, weil diese Zusammenziehung zu den beiden unvermeidlichen Ursachen des Schwindens hinzukommt, und erlangen oft eine rauhe, an vielen Stellen eingesunkene, d. h. mit Grübchen bedeckte Oberfläche. Alle Theile von Oxyd oder Schlacke (scorie, *sullage*) müssen vor dem Gießen sorgfältig von der Oberfläche des Metalls entfernt werden, weil sie sich sonst mit dem in die Form einfließenden Metalle vermengen, davon eingeschlossen bleiben, dasselbe porös, unrein, unganz machen, und der Schönheit wie der Dichtheit und Festigkeit des Gußstückes schaden. Das Eingießen in die Formen (*pouring*) muß so geschehen, daß das Metall ohne Unterbrechung fließt bis die Form voll ist. Jedes Absetzen macht sich (wenn nicht etwa das Metall sehr heiß war) durch eine Stelle bemerkbar, wo der Zusammenhang im Gußstück unvollkommen ist, und beim Biegen, Schlagen mit dem Hammer 2c. eine Trennung erfolgt (Kaltgüssige Stücke, Kaltguß).

Die nöthigsten Eigenschaften einer Gießform sind: 1. Dauerhaftigkeit, wenigstens in solchem Grade, daß die Form einen Guß ohne Beschädigung (Schmelzen, Zerspringen, Abbröckeln, Verbrennen) aushält; 2. Schärfe, d. h. möglichst genaue Ausführung auch in den kleinsten Theilen ihrer Höhlung, damit das Gußstück so vollkommen, als die Umstände erlauben, die beabsichtigte Gestalt erhält, und das Nacharbeiten durch Befeilen, Abdrehen ꝛc. ganz erspart oder doch nicht ohne Noth mühsam gemacht wird. Wichtig ist auch 3. daß die Formen das in sie gegossene Metall nicht zu schnell abkühlen, daher sie wo möglich aus schlechten Wärmeleitern bestehen müssen und oft noch überdies vor dem Gusse erwärmt werden; 4. daß sie kein festes Anhängen des geschmolzenen Metalles gestatten, daher man sie mit einem dünnen Ueberzuge einer pulverigen Substanz (Kohlenstaub, Ruß, Kreide, Thon, Bolus, je nach den Umständen) versieht. — Sehr gewöhnlich bestehen die Formen aus zwei oder mehreren Theilen. Wo diese an einander schließen, dringt leicht beim Gusse etwas Metall in die Fuge und erzeugt auf der Oberfläche des Gußstückes eine erhabene Linie (Gußnath, bavure, couture, *seam*), welche aber bei gut gelungenen Güssen jedenfalls nur fein sein darf. Bei größeren Formen, und auch bei kleineren, wenn diese sehr enge Höhlungen enthalten, muß der Luft, welche von dem Metalle verdrängt wird, ein Ausweg verschafft werden, weil sonst die Form sich nicht vollständig füllen kann, oder der Guß blasig (*blown*) ausfällt. Wenn die Fugen der Form dazu nicht hinreichen, so muß man besondere Luftlöcher, Windpfeifen, évents, *air holes*, *vent holes*, anbringen, deren äußere Mündung aber nicht tiefer liegen darf als die Oeffnung, durch welche das Metall eingegossen wird, damit letzteres nicht ausläuft. Der Einguß, das Gießloch, jet, *git*, *runner*, *tedge*, theilt sich öfters in zwei oder mehrere Kanäle (Gußröhren, coulées, *sprays*), um das Metall an mehreren Punkten zugleich in die Form zu leiten, und diese schneller zu füllen. Ueberhaupt muß das Gießloch so angebracht werden, daß das Metall auf dem kürzesten Wege in alle Theile der Form gelangt, weil es, zu früh erkaltend, die Höhlung unvollkommen anfüllt. Natürlich muß der Einguß höher liegen, als der höchste Punkt der hohlen Form; er mündet aber auch nicht unmittelbar, sondern durch einen Kanal von einiger Höhe in die Form, damit die hier stehende flüssige Metallsäule durch ihren Druck den Guß verdichte, und auch beim Schwinden desselben die Form so viel möglich voll erhalte, wobei das Metall im Gießloche (der Anguß, Gußzapfen, Gießkopf, jet, bei ansehnlicher Größe: masselotte, saumon, *runner*, *feeding head*, *sullage piece*) trichterartig einsinkt (das Nachsacken).

Nach Versuchen von Mallet [1]) wird z. B. beim Gußeisen die Dichte um $1^1/_2$ Proz. erhöht, wenn dasselbe unter dem Druck einer Eisensäule von $4{,}2^m$ erstarrt.

Die Gießformen sind entweder a. verlorene, welche nur ein einziges Mal dienen können, weil sie durch die Hitze des eingegossenen Metalles unbrauchbar werden, oder weil die Gestalt des Gußstückes die Trennung desselben von der Form ohne Beschädigung oder Zerstörung der letztern unmöglich macht (Beisp. ein bauchiges Gefäß, wenn der die Höhlung begrenzende Theil der Form — der Kern — ein Ganzes ist); oder b. gute, feste oder bleibende, wenn sie mehrere oder sehr viele Güsse aushalten.

Materialien zu verlornen Gießformen sind: Sand, Lehm, und bei leichtflüssigen Metallen, zuweilen: Gyps; — zu guten Formen, bei schwerflüssigen Metallen: Eisen; bei leichtflüssigen: Eisen, Messing, Blei, Zinn, Sandstein, Serpentin, Thonschiefer, Gyps, in einigen Fällen Holz, Papier.

Ein Metall, wenn es nicht zu stark erhitzt ist, kann in Formen aus dem nämlichen (ja sogar aus einem etwas leichtflüssigeren) Metalle gegossen werden, ohne daß diese schmelzen; denn die ganze Hitze des einfließenden Metalles, welche kaum mehr als hinreichend ist, dasselbe in dem flüssigen Zustande zu erhalten, kann nicht auch noch die Form schmelzen, besonders wenn Letztere an Körpermasse das eingegossene Metall über-

---

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 432.

trifft; eine theilweise (örtliche) Schmelzung der Form wird durch die schnelle Fortleitung der Wärme verhindert. Anders ist es freilich, wenn das gegossene Metall beträchtlich über seinen Schmelzgrad erhitzt wurde, und seine Menge bedeutend ist im Vergleiche mit dem in der Form enthaltenen Materialquantum.

Folgende Metalle und Metallmischungen lassen sich gießen, und werden wirklich zur Gießerei verwendet: Eisen (nämlich Roh- oder Gußeisen), Messing und Tombak, Argentan, Bronze, Blei, Zinn, Zink, Silber, Gold (letztere selten). Als Ausnahmen nur kommen Güsse von Kupfer und Aluminium vor, bei deren Verfertigung man sich wie beim Gießen des Messings benimmt; ferner von Stahl (neuerlich Thurmglocken), für welche das Verfahren der Eisengießerei zur Richtschnur dient.

Zur Herstellung der Formen aus Sand (welche die gebräuchlichsten sind) wird stets ein Modell erfordert, und das Gewicht desselben kann zur annähernden Vorausbestimmung des Gewichtes dienen, welches der Abguß haben wird. Hierzu eignet sich folgende Tabelle, worin diejenigen Zahlen angegeben sind, mit welchen man das Gewicht des Modelles zu multipliziren hat, um das Gewicht des Gußstückes zu finden.

Wenn das Modell besteht aus	und der Abguß gemacht ist in				
	Gußeisen	Messing	Rothguß (Tombak) oder Bronze	Glocken- oder Kanonenmetall	Zink
Fichten- oder Tannenholz	14,0	15,8	16,6	17,1	13,5
Eichenholz	9,0	10,1	10,4	10,9	8,6
Buchenholz	9,7	10,9	11,4	11,9	9,4
Lindenholz	13,4	15,1	15,6	16,3	12,9
Birnbaumholz	10,2	11,5	11,9	12,4	9,8
Birkenholz	10,6	11,9	12,3	12,9	10,2
Erlenholz	12,8	14,3	14,8	15,5	12,2
Mahagoniholz	11,7	13,2	13,6	14,2	11,2
Messing	0,84	0,95	0,99	1,0	0,81
Zink	1,00	1,13	1,17	1,22	0,96
Zinn (mit 1/4 bis 1/3 Blei)	0,89	1,00	1,03	1,12	0,85
Blei oder Hartblei	0,64	0,72	0,74	0,78	0,61
Gußeisen	0,97	1,09	1,13	1,18	0,93

Es versteht sich von selbst, daß Vorstehendes keine Anwendung auf solche Fälle findet, wo — wie bei den meisten hohlen Gegenständen — das Modell Körpertheile enthält, die am Gußstücke fehlen.

I. Eisengießerei [1]).

Unter den verschiedenen Sorten des Roheisens eignen sich das hell- und mittelgraue und das halbirte am besten zur Gießerei; das dunkelgraue besitzt zu wenig

[1]) Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. III. — Technolog. Encyklopädie, Bd. V. und XXII. Artikel: Eisengießerei. — Abhandlung über die Formerei und Gießerei auf Eisenhütten. Von W. A. Tiemann. Nürnberg, 1803. — Manuel du fondeur, par J. B. Launay, Tome I, II. — C. Hartmann, Vollständiges Handbuch der Eisengießerei. Freiberg, 1847; Ergänzungsheft 1853. — Holtzapffel, I. p. 317—375. Bulletin d'Encouragement, XXX. (1831) p. 314, 352. — Polyt. Journ., Bd. 42, S. 315. — Annales de Mines. 3ème Série, Tome XI. Paris, 1837. p. 279. — Guß eiserner Geschütze: Erdmann's Journal für technische und ökonomische Chemie, Bd. 11, Leipzig 1831, S. 41. — C F. Dürre, Wissenschaftlich technisches Handbuch des gesammten Eisengießerei-Betriebes. Bd. I. Leipzig 1870. — A. Ledebur, Das Roheisen in Bezug auf seine Verwendung zur Eisengießerei. Leipzig 1872. — C. Schott, Die Kunstgießerei in Eisen, Braunschweig 1873.



Festigkeit und gibt poröse, undichte Güsse, kann daher höchstens zu großen Stücken von welchen man eben keine ausgezeichnete Haltbarkeit fordert, angewendet werden das weiße Eisen ist zu spröde, zu wenig dünnflüssig, füllt daher die Formen schlecht und zieht sich überdies beim Erkalten leicht schief, zerspringt sogar (in dünnen Stücken) von selbst während der Abkühlung.

Man hat verschiedene Legirungen des Eisens zur Anwendung in der Gießerei empfohlen, so zunächst jene mit Zinn. Wird Gußeisen erhitzt bis es zu schmelzen anfängt und dann mit 20 bis 25 Prozent Zinn versetzt, während man es zur Vermeidung der Oxydation mit Holzkohlenpulver bedeckt, so entsteht eine Verbindung, welche ferner mit Gußeisen zusammengeschmolzen ein innigeres und gleichmäßigeres Gemisch liefert, als durch direktes Schmelzen des Eisens mit einer geringen Menge Zinn entstehen würde. Aus 5 Theilen obiger Legirung und 4 Theilen Gußeisen geht eine Zusammensetzung hervor (8 bis 10 Eisen gegen 1 Zinn enthaltend), welche sehr hart und elastisch, zum Glockenguß ꝛc. geeignet ist. Je kohlenstoffreicher das Eisen, desto mehr Zinn verträgt es. — Große Festigkeit und Zähigkeit erlangt das Gußeisen, wenn man es schmelzend mit 20 bis 25 Prozent weißglühend gemachten Schmiedeisens (in Drehspänen, anderen kleinen Abfällen u. dgl.) versetzt und dabei mit einem hölzernen Stocke gut umrührt; aus dieser (verstärktes Gußeisen genannten) Mischung können vortreffliche Krummzapfen für Dampfmaschinen ꝛc. gegossen werden. Fügt man zu derselben etwas von der oben angegebenen Mischung aus Gußeisen und Zinn, so erhält man eine Legirung von ausgezeichnet dichtem Gefüge und guter Politurfähigkeit. — Aus 80 Theilen (reinem oder wie vorstehend mit Schmiedeisen versetztem) Gußeisen, 1 Theil Zinn und 1 Theil Wismuth soll eine Metallmasse von feinem Korn und starkem Glanz entstehen, welche nicht leicht rostet. — Kupfer (in Mengen von 1 bis 12 Proz.) zu dem aus Guß- und Schmiedeisen gemischten Metalle gesetzt, macht letzteres geschmeidiger. Die Mischung von 100 Gußeisen mit 9,5 Kupfer, 1,5 Zinn und 1,5 Antimon soll zu Zapfenlagerfuttern für große Maschinen vorzüglich sein. — Durch Legirung mit 2,5 Prozent Nickel verliert das Gußeisen an Festigkeit.

Das Gießen des Eisens geschieht entweder aus dem Hohofen unmittelbar (Hohofenguß) oder es wird das Roheisen zum Behufe der Gießerei erst noch umgeschmolzen (Umschmelzbetrieb). Die erstere Methode gewährt allerdings den Vortheil der geringeren Kostspieligkeit, indem der Gießerei-Betrieb mit der Eisenerzeugung in Verbindung gesetzt ist und das Eisen in dem Maße, wie es in dem Hohofen sich erzeugt, abgestochen und in Kanälen nach den Formen hingeleitet, oder mit schmiedeisernen Kellen aus dem Vorherde geschöpft und in die Formen gegossen wird. Allein sie setzt voraus, daß die Gießerei ohne Unterbrechung im Gange sein könne, und führt den Nachtheil mit sich, daß — bei den mancherlei Zufälligkeiten, welchen der Hohofen-Prozeß unterliegt — nie mit Sicherheit genau jene Eisensorte erzeugt werden kann, welche zu den eben anzufertigenden Gußstücken am tauglichsten ist. Bei dem Umschmelzbetriebe dagegen ist es leicht, die angemessenste Eisensorte auszuwählen, oder sie durch Zusammenschmelzen (Gattiren) verschiedener Sorten, zum Theil auch durch eigenthümliche Behandlung des Eisens beim Umschmelzen selbst, zu erzeugen; auch erhöht das Umschmelzen die Festigkeit des Eisens.

Das Umschmelzen des Eisens für die Gießerei [1]) geschieht zuweilen in Thon- oder Graphit-Tiegeln (creusets, *crucibles*), in welchen man, zur Abhaltung der Luft, das kleinzerschlagene Eisen (10 bis 15kg) mit Kohlenstaub oder Hohofen-Schlacken bedeckt. Dieses Verfahren (Tiegelguß) eignet sich aber nur für den Guß kleinerer Gegenstände, namentlich Bijouterie-Waren; es verursacht etwa 10 Prozent Eisenverlust. Gewöhnlicher ist das Umschmelzen in Schachtöfen und Flammöfen.

Die Schachtöfen (Kupolöfen, fourneau à manche, f. à la Wilkinson, cubilot, fourneau à coupole, *cupola*, *cupolo furnace*) [2]), sind nicht über 6m hoch, mit einem

[1]) C. Hartmann, Praktische Eisenhüttenkunde, 3. Theil, Weimar 1843, S. 349.

[2]) Armengaud, III. 456. — Génie ind. T. 15, p. 9. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 129. — Berliner Verhandlungen 1844, S. 117; 1859, S. 160. — Polyt. Journ., Bd. 134, S. 420; Bd. 142, S. 253; Bd. 150, S. 186; Bd. 179, S. 150; Bd. 181, S. 15; Bd. 193, S. 299. — Polyt. Centr. 1858, S. 1462. — Wiebe Skizzenb. Heft 9, Taf. 5. — Hütte 1854, Taf. 4; 1855, Taf. 15, 21; 1856, Taf. 8 k; 1861. Taf. 15 r; 1867, Taf. 3; 1868, Taf. 1 a bis 1 d.

Gebläse versehen, von feuerfesten Ziegeln mit einem Mörtel aus Thon und Sand aufgeführt, und äußerlich mit gegossenen eisernen Platten bekleidet. Ihr Schachtraum verjüngt sich nach oben, ist im Querschnitte kreisrund, viereckig oder achteckig, hat an der weitesten Stelle 0,45 bis 1 m Durchmesser und unten ein Stichloch zum Ablassen des Eisens. Letzteres (bestehend in käuflichem neuen Roheisen, meist mit Zusatz von Brucheisen, d. h. alten zerbrochenen Gußsachen, gelegentlich auch Dreh- und Bohrspänen [1]) wird mit Holzkohlen oder Kokes schichtenweise aufgegeben, und wenn eine gehörige Menge des Metalles (von 3 oder 4 bis 100 Zentner) niedergeschmolzen ist, wird abgestochen und gegossen. Man rechnet von 100 kg aufgegebenen Eisens 3 bis 9 kg Abbrand (Verlust), und verbraucht auf 100 kg eingetragenen Roheisens (je nach Größe und Bauart des Ofens, Beschaffenheit des Eisens, des Brennmaterials, des Gebläses 2c.) 7 bis 30 kg Kokes, sofern der Ofen ein Mal im Gange ist. Geht derselbe (wie gewöhnlich) nur den Tag über, so ist jeden Morgen eine neue Quantität Brennmaterial zum Füllen und Anheizen nöthig; bei dieser Betriebsart werden im Ganzen auf 100 kg produzirtes (also etwa 106 bis 110 kg aufgegebenes) Eisen 17 bis 45 kg Kokes (oder 35 bis 65 kg Holzkohle) aufgewendet. Ein Ofen pflegt des Tages (in 12 Stunden) 40 bis 80 Zentner Eisen zu liefern, welche innerhalb 6 oder 7 Stunden vergossen werden. Zur Herstellung sehr großer Gußstücke läßt man die ganze Menge Metall, welche ein Ofen fassen kann, sich sammeln, und sticht auch zwei oder mehrere neben einander stehende Oefen zugleich ab, um ihren Inhalt vereinigt in eine Form zu leiten. Für solche Fälle werden zuweilen Kupolöfen von ungewöhnlicher Größe (bis zu 250 Zentner Eisen fassend) erbaut, auch wird wohl das geschmolzene Eisen in einem besonderen (unter oder vor dem Ofen angeordneten) gemauerten Sammelraum (Vorherd) von erforderlicher Größe aufgesammelt [2]). So bei dem in Belgien unter dem Namen calebasserie [3]) gebräuchlichen auf den Guß von Kleinigkeiten berechneten Umschmelztrieb, welcher mittelst eines aufs Aeußerste vereinfachten Kupolofens (Kesselofens, Pfannenofens) vollführt wird. Dieser Ofen, in welchem das Eisen postenweise (von 200 bis 500 kg in einer Operation) eingeschmolzen wird, besteht aus einem an einer Mauer aufgestellten, oben und unten offenen, eisernen mit Thon ausgefütterten, gegen 1 m hohen Schachte (tour de feu), welcher auf einen vorgewärmten und (zur Warmhaltung) in Sand vergrabenen Kessel (creuset, calebasse) gesetzt wird. Aus letzterem wird das darin angesammelte Eisen direkt in die Formen gegossen. — Die Flammöfen (fourneau à réverbère, *reverberatory furnace, air furnace*) [4]) haben den Vorzug, daß bei ihnen das Eisen nicht mit dem Brennmaterial in Berührung kommt, also nicht, wie in Schachtöfen, eine größere Menge Kohlenstoff aufnehmen und dadurch seine Beschaffenheit auf eine unwillkommene Weise ändern kann. Auch unterliegt bei ihnen das Eisen nicht der Zertheilung in viele einzelne Tropfen, wie beim Kupolofen, woraus eine dichtere (nicht „schaumige") Beschaffenheit der Gußstücke resultirt. Die Flammöfen bestehen aus einem länglichen, überwölbten, mit Sand bedeckten Schmelzherde, der ein wenig geneigt ist, und vor welchem sich, an der tiefer liegenden schmalen Seite, das Stichloch befindet. Gegenüber dem Stichloche (also an dem höheren Ende) ist der Feuerrost angebracht, auf welchem Steinkohle oder Holz gebrannt wird. Die aus dem Feuerraume über eine niedrige Scheidemauer (Brücke, Feuerbrücke, autel) hereinschlagende Flamme bestreicht den ganzen Herd seiner Länge nach, und zieht durch einen 18 bis 24 m hohen Schornstein ab, der an der Vorderseite, über dem Stichloche, angebracht ist. Da mit der Flamme mehr oder weniger noch sauerstoffhaltige Luft durch den Ofen streicht, so entzieht diese durch Verbrennung dem Eisen einen Theil seines Kohlenstoffes, und zwar desto mehr, je stärker der Luftzug ist, und je mehr durch stärkere Neigung des Schmelzherdes das abschmelzende Eisen genöthigt wird, einen langen Weg über den Herd hinabzulaufen, wobei es in dünnen Strahlen der Wirkung der oxydirenden Luft ausgesetzt ist. In Fällen, wo man die entkohlende Wirkung der Luft vermindern will, bedeckt man das Eisen mit Kohlenklein, welches zugleich zur Vermehrung der Hitze beiträgt. Hierdurch ist bis zu einem gewissen Grade das Mittel gegeben, dunkelgraues Eisen theilweise zu entkohlen und es für den Guß geeigneter zu machen. Der Eisenabgang beim Umschmelzen in Flammöfen ist nach der Konstruktion dieser Letzteren sehr verschieden, und beträgt von 6 bis gegen 20 Prozent. Ein Flammofen faßt 16 bis 80, zuweilen 120 und noch mehr Zentner Eisen.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 143, S. 425.
[2]) Polyt. Centr. 1872, S. 702. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868. S. 66.
[3]) Jobard, Bulletin, I. 197.
[4]) Polyt. Centr. 1859, S. 724. — Wiebe Skizzenb. Heft 10, Taf. 5. — Hütte 1854, Taf. 4; 1855, Taf. 15; 1861, Taf. 15 r. — Armengaud, XII. 214.

Aus dem Stichloche des Umschmelzofens (sei er ein Schacht- oder Flammofen) läßt man entweder das Eisen unmittelbar durch eine in Sand geschlagene Rinne (Masselgraben) in die vor dem Ofen aufgestellten oder in die Erde eingegrabenen Formen laufen (Vorsetzen, Laufenlassen), oder man füllt damit eiserne, mit Lehm bestrichene Kellen, Pfannen, die von Arbeitern aus freier Hand oder mittelst eines Krahnes nach den Formen transportirt und dort durch Umneigen ausgegossen werden. Die auf dem Eisen schwimmende Schlacke wird mit einem Holzstücke (Krampstock) zurückgeschoben oder von einer am Gefäße selbst befindlichen Schutzplatte aufgehalten, damit sie nicht mit in die Formen läuft. Ein Krahn dient auch bei größeren Formen dazu, diese in die Dammgrube vor dem Ofen einzusenken und daraus nach dem Gusse emporzuziehen, oder sie nach dem Erkalten der Gußstücke zu öffnen und letztere herauszuheben.

Die schmiedeisernen Gießkellen (poche, cuiller, *ladle*, *hand-ladle*), welche von einem Arbeiter an einem 0,9 bis 1,2^{m} langen Stiele getragen werden und die Gestalt eines großen, tiefen, runden Löffels haben, fassen 15 bis 35^{kg} Eisen; die schmied- oder gußeisernen kesselförmigen Gießpfannen (chaudière, *shank*) zum Transport durch zwei oder vier Personen an zwei horizontalen Tragstangen eingerichtet, 1 bis 6 Zentner; die großen, mittelst Krahn bewegten Pfannen (Krahnpfannen, *crane-ladle*)[1]) wenigstens 8, zuweilen aber 100 bis 150 Zentner. Man konstruirt Gießpfannen auch so, daß das Neigen beim Ausgießen mittelst einer maschinellen Einrichtung geschieht[2]). Zum Gießen der allergrößten Gegenstände gebraucht man wohl einen aus dickem eisernen Kesselblech angefertigten (200 bis 240 Zentner Eisen fassenden) Kasten, welcher mit Lehm ausgestrichen, in einem Trockenofen scharf getrocknet, mittelst Krahnpfannen gefüllt und auf einem Wagen stehend an die Gußstelle gefahren wird, wo man durch Aufziehen eines Schiebers das Metall auslaufen läßt.

Die Kunst, die für den Guß nöthigen Formen herzustellen, wird Formerei (moulage, *moulding*) genannt. Bei der großen Hitze des geschmolzenen Eisens kann man sich zum Gießen desselben nur der Formen aus feuerfesten Stoffen bedienen, und diese beschränken sich auf drei, nämlich: Sand, Lehm und Gußeisen. Hiernach entstehen drei Hauptabtheilungen der Gießerei, nämlich Sandgießerei, Lehmgießerei und Schalenguß. Der Formsand (sable, sable à mouler, s. de fondeur, *sand*, *moulding sand*) ist ein mehr oder weniger thonhaltiger Quarzsand, welcher eben durch seinen Thongehalt die Eigenschaft erlangt, im feuchten Zustande gewissermaßen knetbar zu sein, bleibende Eindrücke anzunehmen und Zusammenhang zu behalten (zu binden oder zu stehen). Aller Formsand muß von feinem und gleichmäßigen Korn sein, damit die darin gegossenen Waren eine glatte Oberfläche ohne Grübchen erhalten. Hinsichtlich seiner Bindekraft unterscheidet sich der Formsand in magern (weniger bindenden) und fetten. Der magere Sand wird auch geradezu Sand (im engern Sinne des Wortes) genannt; der fette Sand, welcher (falls man ihn nicht natürlich vorfindet) oft künstlich durch Vermengung von Sand und Lehm oder Thon hergestellt wird, heißt dann zum Unterschiede Masse (daher Masseformerei, Masseguß). Auch statt mageren Sandes braucht man zuweilen ähnliche künstliche Mischungen, z. B. aus gepochtem Sandstein, rohem Lehm und gebranntem Lehm.

Nach einigen vorhandenen (die Mannigfaltigkeit der Formsande aber gewiß nicht umfassenden) chemischen Untersuchungen enthält magerer Formsand 86 bis 92 Prozent Kieselerde, 4 bis 9 Thonerde, 2 bis 5½ Eisenoxyd, 0 bis 1 kohlensauren Kalk; — fetter hingegen 80 bis 93 Kieselerde, 4 bis 11½ Thonerde, 1¼ bis 11 Eisenoxyd, 0 bis 3¾ kohlensauren Kalk. Im Nothfalle kann man sich nach dieser Andeutung künstliche Gemenge aus Quarzsand (feinem Streusand), fettem kalkfreien Thon und Eisenoxyd (rothem Ocher) bereiten. Die größere oder geringere Festigkeit (Bindekraft) scheint nach

[1]) Polyt. Journ., Bd. 128, S. 17; Bd. 167, S. 120. — Deutsche Gewerbezeitung, 1863, S. 84. — Polyt. Centr. 1853, S. 790. — Jobard, Bulletin, T. 43, p. 246.

[2]) Deutsche Gewerbe-Zeitung, Jahrg. 1847, S. 28. — Polyt. Centr. 1847, S. 222. — Polyt. Journ., Bd. 182, S. 457.

Vorstehendem mehr in der physischen Konstitution als in der chemischen Zusammensetzung — namentlich dem Thonerdegehalt — begründet zu sein. Der Kalkgehalt ist im Formsande jedenfalls unwesentlich, bei einigem Belange sogar schädlich, weil er den Sand schmelzbar macht, sodaß die mit dem eingegossenen Eisen in unmittelbare Berührung kommenden Körnchen zusammenbacken und sich fest an die Eisenfläche anhängen. — Man prüft den Formsand, nachdem er mit Wasser gehörig befeuchtet worden, a) auf seine Feinheit durch Eindrücken des Fingers, wobei zu beobachten ist, in welchem Grade er die zarten Runzeln der Haut wiedergibt; b) auf seine Bindekraft, indem man einen in der Hand zusammengepreßten Klumpen von successiv größerer Höhe fallen läßt, bis er zerbricht; c) auf seine Porosität durch Begießen einer gewogenen Sandkugel mit Wasser bis sie nichts mehr einsaugt, und Wiederwägen, wobei die größere Porosität an stärkerer Gewichtszunahme erkannt wird.

Der eigentliche (magere) Sand wird zur Verfertigung der Form entweder nur in einer gehörig dicken Schicht vor dem Ofen auf dem Fußboden der Hütte (dem Herde) ausgebreitet (Herdformerei, Herdguß), oder in hölzerne oder eiserne Kästen, Laden, eingeschlossen (Kastenformerei, Kastenguß). Die Formerei mit Masse ist immer Kastenformerei. Hiernach erhält man folgende Uebersicht der Formerei für den Eisenguß:

A. Sandformerei. { a. Herdformerei. b. Kastenformerei.
B. Masseformerei.
C. Lehmformerei.
D. Schalenformerei.

A. Sandformerei, Sandguß (moulage en sable, *sand-moulding*, *sand-casting*).

Der (magere) Sand besitzt so wenig Bindekraft oder Zusammenhang, daß man die daraus verfertigten Formen im feuchten Zustande zum Gusse anwenden muß, weil sie beim Trocknen abbröckeln oder gar auseinanderfallen würden. In diesem feuchten Zustande wird der Sand nasser oder grüner Sand (sable vert, *green sand*) genannt. Diese Art der Formerei ist die wohlfeilste, weil die Formen am schnellsten vollendet sind, und keine Vorkehrungen zum Trocknen erfordert werden; man bedient sich ihrer daher am häufigsten, und namentlich in allen Fällen, wo a. die Formen nicht zu groß sind, um bei dem Drucke des eingegossenen Eisens ihren Zusammenhang zu behalten; b. die Formen keine feinen Verzierungen oder sonstige sehr freistehende und schwache Theile enthalten, welche leicht wegbrechen; c. die Gußstücke nicht der größten Weichheit bedürfen. In dem nassen Sande wird nämlich das Eisen ziemlich schnell abgekühlt (abgeschreckt), wodurch dünne Stücke durch und durch hart werden, dickere aber wenigstens auf der Oberfläche eine, die nachfolgende Arbeit aber sehr erschwerende, harte Haut bekommen. — Die Feuchtigkeit des nassen Sandes wird bei der Berührung mit dem geschmolzenen Eisen theils in Dampf verwandelt, theils zersetzt; es entwickeln sich daher nebst Wasserdampf auch brennbare Gase (Wasserstoffgas). Beide müssen auf eine zweckmäßige Weise abgeleitet werden, damit sie keine Blasen in dem Gusse hervorbringen. Dazu bieten theils die Poren des Sandes, und beim Kastenguß die Fugen der auf einander stehenden Kästen, schon Gelegenheit dar; theils bringt man absichtlich Luftabzüge (Windpfeifen) an, z. B. indem man an verschiedenen Stellen Drähte in den Sand steckt und wieder herauszieht, oder blecherne Röhren einschiebt, die in der Wand durchlöchert sind. Das abziehende Wasserstoffgas wird an den Oeffnungen, aus welchen es hervordringt, mittelst eines brennenden Holzstückes entzündet, und brennt bis nach Beendigung des Gusses von selbst fort. Versäumt man dies, so entzünden sich leicht größere angesammelte Mengen des Gases von selbst mit einer Explosion, die der Form gefährlich werden kann.

Zum Zertheilen aller Klümpchen wird der trockene, rohe Formsand zerstoßen oder auf einer Sandmühle gemahlen, welche aus zwei horizontal neben einander liegenden Walzen, oder aus zwei, auf einem gußeisernen Bette im Kreise herumrollenden, gußeisernen

breiten Rädern besteht[1]). Ebenso bedient man sich des Stampfens oder Mahlens, um einen gröberen Sand behufs Anwendung für feineres Gußwerk zu verfeinern. Selbstverständlich ist das Durchsieben des Sandes mittelst mehr oder weniger feiner Siebe.

Zur Sandformerei ist der Regel nach ein Modell (Gußmodell, modèle, *pattern, foundry pattern)* nothwendig, welches die Gestalt des zu erzeugenden Gußstückes besitzt; soll letzteres ein genau bestimmtes Maß haben, so muß das Modell in dem Verhältnisse länger, breiter und dicker sein, als das Eisen der Erfahrung zufolge schwindet. Man bedient sich deshalb, bei der Anfertigung der Modelle nach Zeichnungen, eines Schwindmaßstabes *(contraction rule)*, auf welchem z. B. (das Schwindmaß = $^1/_{97}$ gesetzt) der Raum von 0,97^m wahren Maßes in 96 Centimeter getheilt ist. Mit dem wahren Maße nimmt man die Dimensionen der Zeichnung; mit dem vergrößerten Maße überträgt man sie auf das Modell. Die Modelle sind gewöhnlich von Holz, und müssen aus recht trockenem Holze mit Sorgfalt zusammengefügt sein, damit sie nicht schwinden oder sich werfen; man nimmt am liebsten Erlen-, Kiefern- oder Roßkastanienholz, weil diese leicht zu bearbeiten (nicht zu hart) und dem Schwinden weniger als andere unterworfen sind. Zuweilen hat man (für vielfältig abzugießende Stücke) Modelle von Eisen, Messing, Blei, Stein u. s. w. Seltener sind Modelle von Gyps oder Wachs. Die Modelle müssen so gestaltet sein und so in den Sand gelegt werden, daß sie gut loslassen *(deliver)*, d. h. sich aus dem Sande, in den man sie eingesenkt, oder den man darüber geformt hat, leicht wieder ausheben lassen, ohne Theile desselben wegzureißen (doivent offrir de la dépouille); sie müssen ferner recht glatt und trocken sein, damit kein Sand daran hängen bleibt; metallene Modelle werden aus letzterem Grunde wohl sogar erwärmt, hölzerne überzieht man mit Leinölfirniß oder einem Harzfirnisse (z. B. Auflösung von Siegellack, oder auch nur Schellack, in Weingeist). Oefters ist es nothwendig, zerschnittene Modelle anzuwenden, die aus zwei oder mehreren genau zusammenpassenden Theilen bestehen; diese Theile werden vor der gänzlichen Ausarbeitung des Modelles in der Art zusammengeleimt, daß man in jede Leimfuge ein Blatt dicken Papieres einlegt, wodurch sich nach gänzlicher Vollendung des Modelles die Trennung der Theile mittelst eines auf die Fugen aufgesetzten und vorsichtig eingetriebenen Meißels leicht bewirken läßt. Manchmal ist nicht das ganze Modell des Gußstückes, sondern nur ein Theil desselben erforderlich, durch dessen wiederholte Einformung die Form für den ganzen Gegenstand hergestellt wird. Nach Beseitigung des Modelles muß sehr oft das Innere der Sandform noch geglättet, nachgeputzt oder reparirt werden, wozu man sich hölzerner Streichbretchen, stählerner Spateln, löffelähnlicher und vielfältig anders gestalteter Werkzeuge von Messing oder Bronze bedient.

Kreiszylindrische Formvertiefungen von einfacher Gestalt gestatten öfters die Ersparung des Modelles, indem man sie mittelst eines gehörig profilirten, um eine Achse im Kreise bewegten Eisenbleches (einer Schablone) in dem den Formkasten füllenden Sandkörper ausschneidet oder ausschabt (Schablonenformerei, moulage à la trousse, im Gegensatz zur Modellformerei, moulage au modèle).

a. Herdformerei (moulage à découvert, *open sand-casting*).

Liefert einfache, vorzüglich flache Stücke, die meist nur auf einer einzigen Seite eine ganz ebene oder mit bestimmten Umrissen (Verzierungen u. dgl.) versehene Oberfläche haben müssen (Platten, Ofenroste, manche Topfdeckel, ordinäre Gewichte, Amboſſe für Hammerwerke ꝛc.). Da die Modelle für diese Gegenstände in die Sandfläche eingedrückt werden, so müssen sie verjüngt, d. h. ihre Seitenflächen oder Ränder nach unten und einwärts schräg sein, um das Wiederherausnehmen (Ausheben, démouler, *lifting*) ohne Beschädigung der gemachten Vertiefung zu gestatten. Zur Bequemlichkeit versieht man gern die Modelle mit bleibenden oder interimistischen Handgriffen. Der Sand zur Herdformerei darf nicht zu fein sein, sonst drückt er sich

[1]) Génie ind. VI. 137; XIV. 119. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 18. — Polyt. Journ., Bd. 146, S. 406; Bd. 177, S. 346. — Polyt. Centr. 1858, S. 244.

zu dicht zusammen, Feuchtigkeit und Luft entweichen dann unvollkommen, und das Eisen gießt sich nicht scharf, nimmt auch Blasen an. Er wird scharf getrocknet oder gelinde gebrannt, mit (dem Maße nach) 1/3 Pulver von Holzkohle, Steinkohle (Sandkohle) oder Kokes versetzt, gesiebt, angefeuchtet, mit einem Holze gut durch einander gemengt und sogleich zum Formen verbraucht. Schon gebrauchter Sand kann dem frischen in mäßiger Menge zugemischt werden. Der Zusatz von Kohle macht den Sand poröser, erleichtert also das Entweichen von Dampf und Luft beim Gießen, und vermindert seine Wärmeleitungsfähigkeit, verzögert folglich die Abkühlung des Eisens in der Form. Der Herd (S. 81) wird gehörig durch Umstechen aufgelockert, mit Lineal und Setzwage so geebnet, daß er eine horizontale Fläche bildet, und dann 20 bis 30^{mm} hoch mit dem zubereiteten Formsande übersiebt. Auf diese lockere Sandfläche legt man das Modell, klopft es mit einem hölzernen Hammer hinein, dämmt den Sand rings herum bis zum obersten Rande des Modelles auf, sticht mit einem eisernen Spieße an einigen Stellen schräg unter die Form in den Sand (um Oeffnungen, **Windpfeifen**, S. 81, zu bilden), macht den **Einguß**, d. h. eine Rinne im Sande, durch welche das Eisen in die Form laufen soll, und **hebt** endlich das Modell **aus**, worauf die Form mit einem glatten Streichbretchen (**Dämmbret**) geglättet und nachgeputzt (**ausgedämmt**, avivé) wird. Stark hervorspringende Theile der Form befestigt man durch hölzerne oder eiserne Nägel, oder bildet sie aus Lehm, den man brennt, um auf eine und die andere Weise dem Wegbrechen der Theile beim Ausheben des Modelles oder durch den Druck des Eisens beim Gusse vorzubeugen. Die letzte Arbeit vor dem Gusse besteht darin, daß man die Form mit feinem Kohlenstaub durch einen leinenen Beutel bepudert (saupoudrer, *dusting*, *blackening*), um das Anhängen des Sandes an den Guß, sowie die Oxydation des letzteren und die Entstehung von kieselsaurem Eisenoxyd, welches eine leichtschmelzbare Substanz ist, zu verhindern, auch die abkühlende Wirkung des feuchten Sandes zu verringern. Der Einguß setzt die Form mit einer kleinen flachen Grube in Verbindung, in welche man das Eisen mit der Kelle oder Pfanne gießt, und aus der es in die Form einfließt. Eine beliebige Anzahl Formen werden in dieser Weise neben einander auf dem Herde angelegt. Soll durch Vorsetzen (S. 80) gegossen werden, und handelt es sich um ein einziges großes Gußstück, so läßt man das Eisen aus dem Schmelzofen durch eine in Sand geschlagene Rinne in eine Grube (*sow*) fließen, aus der es erst nach Ansammlung des gehörigen Vorrathes in die Form eingelassen wird, damit nicht durch eine unerwartete Störung beim Ausflusse die Form unvollständig gefüllt bleiben und somit Gußstück und Form verdorben werden kann, auch die Füllung möglichst rasch von Statten geht. Werden mehrere Stücke neben einander gegossen, so leitet man vom Stichloche des Hohofens oder Umschmelzofens eine Hauptrinne in etwas geneigter Lage über den Herd hin, und läßt von dieser die Eingüsse der einzelnen Formen ausgehen. In diesem Falle muß dem Eisen der Weg zu den übrigen Formen durch quer über die Rinne in den Sand gesteckte eiserne, lehmbestrichene Schaufeln versperrt werden, bis eine Form angefüllt ist; dann erst läßt man (indem man den Einguß der eben voll gewordenen Form mit einer lehmbestrichenen Schaufel absticht) die zweite Form sich füllen, u. s. f. nach der Reihe. In großen Formen befördert man die Ausbreitung des Eisens durch Fortschieben desselben mit eisernen Krücken. Nach dem Gusse werden die noch glühenden Stücke mit Kohlenstaub beworfen, um Oxydation und zu schnelle Abkühlung zu vermeiden; große dünne Platten auch noch durch darauf gestellte Gewichte beschwert, um das Verziehen bei der Abkühlung zu hindern.

Die Hauptfälle, welche bei der Herdformerei vorkommen, lassen sich auf folgende Beispiele zurückführen:

1) **Eine einfache Platte, welche nur auf einer Seite ganz glatt oder mit Verzierungen versehen sein soll.** Das Modell wird, die glatte oder verzierte Seite nach unten, in den Sand eingedrückt. Die obere Fläche des Gusses fällt hierbei, weil die Form ganz offen ist, uneben aus.

2) **Eine Ofenplatte, welche auf der einen Seite Verzierungen, auf der anderen Seite an zweien ihrer Ränder Ruthen besitzt.** Man formt die ver-

zierte Seite nach unten ein, und bildet die Nuthen auf der oberen Fläche durch Einlegen zweier mit Lehm bestrichenen Eisenstäbe (Leisteisen), welche so in den Sand versenkt werden, daß das Eisen unter und neben ihnen herumfließt.

3) Eine Platte mit einer einzigen großen, viereckigen Oeffnung (ein rahmenartiges Stück). Das Modell kann eine massive Platte (ohne Oeffnung) sein; nach dem Ausheben desselben wird durch vier hölzerne Leisten in der Vertiefung der Form ein Raum abgegrenzt, den man mit Sand vollstampft. Nach dem Wegnehmen der Leisten bildet dieser Sandkörper eine Erhöhung (einen Kern), um welche das Eisen herumfließt.

4) Eine Platte mit mehreren, nicht zu kleinen Oeffnungen, ein Ofenrost oder dergleichen. Das Modell enthält die nämlichen Oeffnungen, jedoch mit schrägen Wandflächen (um das Ausheben zu erleichtern); die Kerne bilden sich also durch das Einformen selbst unmittelbar. Ein Ofenrost wird natürlich stets so eingeformt, daß die schmalen Flächen seines Kranzes und seiner Stäbe nach unten gekehrt sind.

5) Eine Platte mit kleinen Löchern. Das Modell hat die Löcher nicht, sondern an der Stelle derselben vorspringende Zapfen von entsprechender Größe, welche Vertiefungen in dem Sande erzeugen und die Stellen in der Form bezeichnen, wo die Löcher des Gusses entstehen sollen. In jene Vertiefungen setzt man Kerne von gebranntem Lehm (falls die Löcher sehr klein sein müssen: lehmbestrichene Eisenstifte) ein, weil Sandkerne von geringem Umfange dem Drucke des einströmenden flüssigen Metalles nicht widerstehen würden.

6) Eine Platte, welche auch auf der oberen Seite ganz glatt oder verziert sein soll. Man bedeckt die durch das Einformen des Modelles entstandene Vertiefung mit einer gußeisernen, lehmbestrichenen, mit Kohlenstaub geschwärzten Platte, welche entweder glatt, oder mit den gewünschten (vertieften) Verzierungen versehen ist, sodaß dem Eisen hier eine bestimmte Grenze entgegengesetzt wird. (Verdeckter Herdguß.) Bei sehr großen Formen bildet man das Verdeck aus mehreren, genau zusammenpassenden Eisenplatten.

7) Gußstücke, welche an einer Stelle ihrer Oberfläche sehr große Härte erfordern, wie Ambosse für Hammerwerke, Schuhe für Pochstempel. Man formt das Modell wie gewöhnlich ein, legt aber auf den Boden der Form, oder stellt an eine der Seitenwände eine eiserne, mit Reißblei oder Kohlenstaub geschwärzte Platte, an welcher sich das eingegossene Eisen so schnell abkühlt, daß es auf dieser Fläche große Härte erlangt. Auch versetzt man bei solchen Stücken den Formsand gar nicht oder wenig mit Kohlenstaub, um seine wärmeleitende Kraft zu erhöhen. Endlich zieht man sogleich nach dem Erstarren des Gusses die Eisenplatte heraus, und räumt den Sand weg, um der Luft zur vollständigen Abkühlung Zutritt zu gestatten.

b. Kastenformerei (moulage en châssis, *sand casting between flasks*).

Dient zu Gegenständen, welche auf allen Seiten eine bestimmte (nicht unregelmäßige oder unsichere) Begrenzung haben müssen, ist unentbehrlich für kleine Gegenstände, wird aber auch auf große Stücke angewendet, wie denn überhaupt der Kastenguß die Regel und der Herdguß daneben nur eine Ausnahme bildet. Massive (sowohl runde als flache) und hohle Güsse (z. B. Gefäße, Kanonen-Oefen, Wasserleitungsröhren, Dampfzylinder ꝛc. ꝛc.) werden auf diese Weise erzeugt. Die Kästen (Formkästen, Laden, châssis, *box, flask*), in welchen der Formsand eingeschlossen ist, sind meist offene viereckige, hölzerne oder gußeiserne Rahmen von einer nach den Umständen sehr verschiedenen Höhe, deren zwei oder drei auf einander gesetzt werden (Oberkasten, *top flask;* Mittelkasten, *middle flask;* Unterkasten, *bottom flask, drag*). Manchmal ist von drei Kästen der mittlere durch einen senkrechten Schnitt in Hälften getheilt, die durch Haken und Ringe vereinigt werden. Bei den allergrößten Gegenständen wird die Unterseite in dem Herde geformt und demnach kein Unterkasten, sondern nur ein Oberkasten gebraucht (Uebergang zu dem verdeckten Herdgusse, s. o. Nr. 6). Die Wände der Kästen werden (wenn sie von Holz sind) inwendig mit Leisten benagelt, um den Sand fester zu halten; eisernen Kästen gibt man zu gleichem Behufe vorspringende Zacken. Sehr breite Kästen versieht man mit eingehängten eisernen Leisten (Hängeisen, Gehänge), welche mit dem Sande umgeben werden und ihn auch in der Mitte festhalten; oder man bringt hölzerne Querstäbe (*stays*) 100 bis 200^{mm} von einander entfernt an, in welche viele *S*-förmige

eiserne Haken eingeschlagen sind, und benetzt diese Hülfstheile mit dünnem Lehmbrei, damit beim Einformen der Sand sich besser an sie hängt. Eiserne Formkästen erfordern solche Hülfsmittel nicht, sofern man sie mit Querrippen gießt, welche fast die ganze Tiefe des Kastens einnehmen, dessen Raum in lauter Abtheilungen von 100 bis 120mm Breite bei 300 bis 600mm Länge trennen, und auf ihren Seitenflächen gekerbt sind. Manche Formkästen sind aus Stücken dergestalt zusammengesetzt, daß man durch Wegnehmen oder Einschalten solcher Theile sie nach Bedarf kleiner oder größer machen kann[1]). Der Formsand wird bei der Kastenformerei nicht oder nur in geringer Menge (1 Maß auf 9 bis 16 Maß Sand) mit Kohlenstaub versetzt, weil dieser die Bindekraft vermindert, und weil man des Abzuges der Dämpfe und Gase durch die Fugen der Kästen und durch eigens angebrachte Windpfeifen sicher genug ist, daher die beim Zusatze des Kohlenstaubes beabsichtigte größere Porosität des Sandes entbehrlich wird. Kleine Kästen werden mit der Kelle oder der Pfanne gegossen; größere setzt man auf den Herd oder — sind sie hoch — in die Dammgrube vor dem Ofen, und läßt das Eisen durch eine Rinne vom Stichloche aus hineinlaufen. Die Größe der Formkästen ist jener der Modelle angemessen: es reicht hin, wenn die Sandhülle um die Form dort, wo jene am dünnsten ist, 40 bis 50mm Dicke hat; was hierin zu viel gethan wird, vermehrt nur den Sandaufwand und die Arbeit. Deshalb gibt man eisernen Formkästen zu bestimmten oft vorkommenden Gegenständen eine Gestalt, welche sich nach jener des Gußstückes richtet und dasselbe in einem der Sanddicke entsprechenden Abstande allseitig umhüllt. Wo die Sandflächen zweier auf einander stehender Kästen sich berühren, wird durch zwischengestreuten trockenen Sand (Theilsand, *parting sand*) oder Ziegelmehl das Zusammenkleben verhindert, damit sich die Kästen ohne Beschädigung des Sandes von einander abheben lassen. Das Formen wird über einem den Formsand enthaltenden Kasten vorgenommen, auf welchen man ein breites Bret zum Aufsetzen der Formladen gelegt hat; oder auf einem niedrigen Tische (der Formbank), worauf der vorräthige Sand in einem Haufen liegt und den man zweckmäßig so einrichtet, daß sein Blatt auf Rollen laufend sich drehen läßt (Rolltisch); die größten Kästen (welche oft so gewichtig sind, daß sie nur mittelst des Krahnes aufgehoben werden können) müssen jedoch auf der Stelle, wo das Gießen geschieht, geformt werden. Der Sand wird in die Kästen eingesiebt oder eingeschaufelt und mit einer hölzernen oder eisernen Stampfe (batte) eingestampft, doch in den oberen Kasten etwas weniger fest, um die Entweichung der Dämpfe zu erleichtern. Zu gleichem Zwecke bildet man Windpfeifen, indem man mit einem eisernen Spieße durch den Sand bis in die Nähe der Formhöhlung sticht. Der Einguß (das Gießloch) muß höher liegen, als der höchste Punkt der von dem Eisen auszufüllenden Höhlung; man bildet ihn durch einen eingelegten hölzernen, konischen oder keilförmigen Zapfen *(runner stick)*, rings um welchen man den Sand im Oberkasten feststampft, und den man dann herauszieht; zuweilen durch Ausschneiden des Sandes mit dem Messer. Von mehreren kleinen Gußstücken, die man öfters neben einander in einem Kasten formt, versieht man selten jedes mit einem besonderen Eingusse, sondern man bringt gewöhnlich die einzelnen auf einander folgenden Höhlungen durch kurze Rinnen mit einander in Verbindung, sodaß eine aus der andern sich füllt, und nur die erste mit dem Gießloche unmittelbar zusammenhängt; oder man legt von dem Gießloche aus eine Hauptrinne an, welche sich nach den einzelnen Höhlungen verzweigt. Vor dem Gießen werden die Formen dünn mit Kohlenstaub, Kienruß, Kartoffelstärke — oder, wenn man eine hübsche graublaue Farbe der Güsse erzielen will, mit Kokesstaub — bepudert (geschwärzt), vergl. S. 83. Den oberen Kasten belastet man in der Regel mit Gewichten (Roheisenstücken oder dergl.), damit er nicht von dem flüssigen Eisen gehoben werde.

---

[1]) **Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, 2. Aufl., Bd. II. (Prag 1856) S. 110.**

Die in Kästen zu formenden Gegenstände sind entweder massiv oder hohl, und weichen noch ferner in manchen Umständen von einander ab, wodurch die Methode des Einformens wesentlich modifizirt wird. Karakteristische Beispiele sind folgende:

aa) Massive Gegenstände.

1) Solche, die auf einer Seite ganz flach oder wenig vertieft sind. Zweitheiliger Kasten. Man legt das Modell mit der flachen (oder vertieften) Seite auf ein Formbret (Modellbret), setzt den einen Kasten darüber, füllt ihn mit Sand, kehrt den Kasten mittelst des Bretes um, setzt den zweiten Kasten auf und stampft ihn ebenfalls voll Sand. Das Modell, welches hiernach ganz in dem einen Kasten versenkt, und von dem andern nur bedeckt ist, läßt sich, wenn man die Kästen aus einander nimmt, leicht entfernen. — Wenn man von einem Modelle viele Abgüsse zu machen hat, kann das Formen sehr abgekürzt und erleichtert werden, wenn man zwei Formkastentheile, welche den zur Sandform dienenden gleich sind, mit Gyps derartig ausgießt, daß sie die mit den beiden Seiten des Modelles übereinstimmenden Erhöhungen und Vertiefungen enthalten; durch Einformen von Sand in diese beiden Gypsformen erhält man alsdann, ohne weitere Hülfe des Modelles direkt die beiden Hälften der Gußform unter Ersparung aller der Mühe, welche sonst jedes Mal von Neuem erforderlich wäre, um dem Modell die richtige Lage zu geben, es wieder auszuheben rc. [1]).

2) Gegenstände, welche auf keiner Seite flach sind; z. B. eine Kugel, massive Zylinder, der Balancier und die Bleuelstange einer Dampfmaschine, rc. rc. Das Modell ist gewöhnlich in der Mitte zerschnitten, also zweitheilig; der Kasten, wie vorher, ebenfalls zweitheilig. Man legt die Hälfte des Modelles mit der Schnittfläche auf das Formbret; formt es, wie bei 1) angegeben, ein, kehrt den Kasten um, legt auf die eingeformte Hälfte des Modelles die andere Hälfte genau passend auf (wobei durch Stifte das Verschieben verhindert wird), setzt den zweiten Kasten auf den ersten, und füllt jenen gleichfalls mit Sand. Hier ist also das Modell in jedem Kasten zur Hälfte versenkt. — Auch hier kann in Fällen, wo viele Abgüsse erforderlich sind, durch besondere Kunstgriffe eine Erleichterung erzielt werden. Dahin gehört: a) Die sogenannte Plattenformerei (moulage sur plaque, *plate moulding*)[2]), wozu man das Modell zuerst wie vorstehend ein Mal einformt, zum Abguß aber die beiden Kästen durch eine Zwischenlage in geringem Abstande von einander erhält, sodaß eine eiserne (oder bronzene) Platte gewonnen wird, welche auf jeder ihrer Flächen die halbe Gestalt des Modelles als Erhöhung darbietet; und nun ferner nur immer diese Platte als Modell gebraucht. b) Das Formen mehrerer Kugeln auf ein Mal, mittelst unzerschnittener Modelle, welche man in passende Löcher einer dicken Platte so legt, daß sie genau zur Hälfte daraus hervorragen [3]). c) Die Anwendung einer Presse zum Einformen[4]), einer maschinellen Einrichtung zum Einfüllen des Sandes in die Kästen[5]) oder zum Ausheben der Modelle[6]), überhaupt die Benutzung von Formmaschinen. — Die Formen zu zylindrischen und ähnlichen Gegenständen kann man dadurch innerlich sehr glatt machen, daß man das Modell darin einige Mal um seine Achse dreht[7]). Lange Stücke mit durchgehends oder fast durchgehends gleichem Querschnitte (z. B. Säulen, gerippte Balken u. dgl.) erfordern nicht nothwendig ein Modell von der vollen Länge des Gusses, sondern können in einem stehenden Formkasten mit einem kurzen Modellstücke geformt werden, welches nach Maßgabe des fortschreitenden Sand-Einstampfens stufenweise weiter in die Höhe gezogen wird. Komplizirtere Gestalten machen oft eigenthümliche Hülfsmittel nöthig, z. B. die Schienenstühle für Eisenbahnen[8]).

3) Eine flachgängige Schraubenspindel kann nach dem unter 2) angegebenen Verfahren nicht wohl geformt werden, weil das Modell beim Ausheben (vermöge der zu

[1]) Polyt. Journ., Bd. 134, S. 351; Bd. 135, S. 35. — Deutsche Gewerbezeitung 1855, S. 103.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 343.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 142, S. 418.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 315; Bd. 152, S. 9. — Génie ind., T. 17, p. 14.
[5]) Polyt. Centr. 1864, S. 999.
[6]) Polyt. Journ., Bd. 167, S. 4.
[7]) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 344. — Polyt. Centr. 1866, S. 975.
[8]) Polyt. Centr. 1856, S. 980. — Génie ind. XII. 169. — Polyt. Journ., Bd. 140, S. 337; Bd. 143, S. 92; Bd. 145, S. 339.

beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung sich abbeugenden Schraubengänge) Theile des Sandes mit wegnimmt. Der Uebelstand wird vermieden, wenn man den Formkasten so einrichtet, daß ohne Auseinandernehmen desselben das Schraubenmodell durch schraubende Bewegung in seiner Längenrichtung herausgeschafft werden kann. Vor der hierzu dienlichen Oeffnung wird sodann ein dritter Formkasten angesetzt, in welchem der Kopf der Schraubenspindel eingeformt ist[1]).

4) **Durchbrochene Stücke** (Gitterwerk u. dgl.) werden a. wenn sie dick sind, mit einem zweitheiligen Modelle wie 2) geformt, nur daß in den Oeffnungen des Modelles von selbst Sandkerne stehen bleiben. b. Sind sie dünn, so kann das Modell unzerschnitten sein. Man füllt in diesem Falle den Unterkasten mit Sand, drückt das Modell bis zur halben Dicke oder überhaupt bis zum größten Durchmesser ein, und formt über die noch herausragende Hälfte den Oberkasten.

5) Ein **Zahnrad**, als anderes Beispiel eines durchbrochenen Stückes. Das Modell ist im Ganzen gearbeitet und wird entweder wie 4) in jeden Formkasten zur Hälfte versenkt, wo dann die Fuge der Gießform (und also die durch Austreten des Eisens entstehende **Gußnath**) mitten über die Zähne läuft; oder man senkt das Modell ganz und gar in den Unterkasten ein, und läßt den Sand des Oberkastens nur als Decke dienen. Konische Räder müssen durchaus auf diese Weise geformt werden, welche überhaupt die zweckmäßigere und gewöhnliche ist, aber bei gerippten Speichen eine kleine Abänderung in der Art erleiden muß, daß wenigstens die oberen Rippen der Speichen im Oberkasten vertieft erscheinen. Ein besonderes Verfahren besteht darin, das Modell mittelst einer Presse **von unten** in den (umgestürzten) Formkasten einzudrücken und mittelst desselben Mechanismus wieder herauszuziehen[2]). — Für große Räder mit starken Zähnen gibt es Kunstgriffe, durch welche man die Nothwendigkeit eines vollständig verzahnten Modelles, ja sogar das Erforderniß eines Radmodelles überhaupt, umgehen kann: a) das Modell ist glattrandig und enthält die Nabe, die Speichen und den Kranz ohne Zähne. Nachdem dasselbe in den Sand des unteren Formkastens eingebettet ist, werden die Zähne mittelst zweier besonderer kammförmiger Modelle (Kreissegmente mit 3 oder mehr Zähnen) nach und nach ringsherum eingeformt[3]). — b) Das Modell ist ein glattrandiges Rad, aber von einer Kranzbreite, welche die Zahnlänge und noch einen gewissen Ueberschuß in sich schließt. Wenn es eingeformt und wieder ausgehoben ist, setzt man am Rande der Vertiefung ringsum Kerne von fettem Sande ein, welche die Zwischenräume der Zähne aussparen, folglich zwischen sich leere Stellen genau von der Größe und Gestalt der Zähne lassen müssen. Diese Kerne werden, damit sie völlig gleich und regelmäßig ausfallen, in einer zinnernen, zinkenen oder messingenen Form (**Kernkasten**) verfertigt[4]). — c) Das Verfahren im Allgemeinen wie vorstehend, nur daß die Sandkerne unter Mithülfe eines nach der Zähneanzahl getheilten Kreises in einer offenen Schablone angefertigt werden[5]). — d. Mit der Methode b. kann noch die weitere Abänderung verbunden werden, daß der Radkranz und die Nabe durch Ausdrehen mittelst einer im Kreise herumgeführten Schablone gebildet, also auch für diese beiden die Modelle erspart werden[6]). — e) Ausführung des unter a. angegebenen Verfahrens (Einformen eines Segmentes mit wenigen Zähnen) durch eine maschinelle Anordnung (**Räderformmaschine**), wobei der Formkasten schrittweise um seinen Mittelpunkt gedreht wird, Radkranz, Speichen und Nabe ohne Modell durch Einpassen geeigneter Sandkerne in den von Zähnen eingefaßten kreisrunden Hohlraum geformt werden[7]).

Das Einformen glattrandiger Räder (z. B. der **Schwungräder**) stimmt mit jenem der Zahnräder durch ein vollständig verzahntes Modell überein, d. h. die eben erwähnten Kunstgriffe fallen dabei weg. Nur müssen solche Räder, sofern an ihnen der Querschnitt

---

[1]) Transactions of the Society for the Encouragement of Arts, Vol. 54 (London 1843) p. 86. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. III. (1844) S. 391. — Polyt. Journ., Bd. 92, S. 429. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 10 (1844), S. 305.

[2]) Polyt. Centr. 1857, S. 305. — Génie ind. T. 18, p. 213.

[3]) Brevets, LXII. 201. — Génie ind. II. 250. — Jobard, Bulletin XX. 283. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 411.

[4]) Industriel III. 183.

[5]) Bulletin d'Encouragement, 1853, p. 693. — Polyt. Journ., Bd. 131, S. 430.

[6]) Génie ind. XI. 63. — Polyt. Centrbl. 1856, S. 977; 1869, S. 1003. — Polyt. Journ., Bd. 141, S. 23; Bd. 194, S. 292.

[7]) Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 346.

des Kranzes nicht ein Parallelogramm, sondern kreisförmig oder elliptisch ist, jedenfalls mit der halben Dicke in den Sand des Oberkastens eingesenkt werden, weil anders das Ausheben des Modelles nicht angehen würde. — Bei Rädern aller Art von einiger Größe ist eine wichtige praktische Beobachtung zu machen. Gibt man nämlich denselben gerade Speichen (Arme), so trifft es nicht selten, daß beim Abkühlen des Gusses eine der Speichen abreißt, weil die Speichen als der dünnste Theil am schnellsten erkalten, und der dickere, daher länger heiß bleibende Kranz nicht in entsprechendem Maße der eintretenden Zusammenziehung Folge leistet. Das wirksamste und gebräuchlichste Vorbeugungsmittel gegen ein solches Mißglücken besteht darin, daß man die Speichen krumm macht, in welchem Falle sie sich frei zusammenziehen (und dabei etwas mehr gerade strecken) können, wenn auch der Kranz nicht gleichzeitig sich verkleinert. Es ist ferner bei großen Schwungrädern zweckmäßig, die ringförmige Formvertiefung für den Kranz an einer Stelle durch einen eingepaßten schmalen Sandkern zu unterbrechen; der alsdann nicht geschlossene Kranz zieht sich beim Erkalten freier zusammen, ohne in eine für die Haltbarkeit gefährliche Spannung zu gerathen, die Spalte wird aber später durch ein vorgeschraubtes Stück geschlossen[1]).

Wenn, wie bei gewissen Arten der Eisenbahnwagenräder, bei Hammerköpfen, Blechwalzen ꝛc. Gußeisen um Schmiedeisenbestandtheile zu fester Vereinigung herumgegossen werden muß, ist es vortheilhaft, das Schmiedeisen vor dem Einlegen in die Sandform zu verzinnen (am besten mit einer Mischung von 19 Zinn und 1 Kupfer), weil alsdann der Guß besser anhaftet.

6) Sehr kleine Gußstücke werden zu mehreren mit einem Male eingeformt. So kommen z. B. gegossene Schuhzwecken vor, zu welchen das Modell aus einem geraden Stäbchen für die Hauptgußrinne, mehreren anderen rechts und links rechtwinklig davon ausgehenden Stäbchen für die Zweigrinnen, und vielen an letzteren — wieder rechtwinklig und zu beiden Seiten — mit den Köpfen sitzenden Zwecken besteht, sodaß das Ganze nach Art mehrerer vereinigter doppelter Rechen aussieht. Zum Formen dient ein zweitheiliger niedriger Kasten, wie bei 4, b. Die Rinne, welche das Stäbchen im Sande erzeugt hat, und an deren Ende eingegossen wird, leitet das Eisen nach den einzelnen Zwecken hin. — Kleine Schrauben (Holzschrauben) werden nach Modellen gegossen, welche man rechtwinklig gegen die Sandoberfläche in den Sand des Unterkastens einschraubt und ebenfalls durch schraubende Bewegung wieder herausschafft. Der Sand im Oberkasten bekommt nur die kleinen erhöhten Rippen, welche auf den Köpfen der Schrauben die Spalte oder Einschnitte zum Einsetzen des Schraubenziehers aussparen. Man hat Maschinen erfunden, mittelst welcher viele Schraubenmodelle auf ein Mal in den Sand ein- und wieder herausgeschraubt werden.[2])

bb) Hohle Gegenstände.

7) Eine Röhre, als Beispiel eines Stückes, bei welchem die Höhlung ganz durchgeht und also zwei Mündungen darbietet. — Jeder hohle Gegenstand erfordert einen Bestandtheil der Form von gleicher Gestalt und Größe mit der Höhlung. Dieser Theil, welcher die Höhlung im Gusse ausspart, indem das Metall um ihn herum läuft, heißt der Kern (noyau, *core*), und hohles Gußwerk, welches über einen Kern gegossen ist, nennt man daher Kernguß *(cored work)*. Sehr oft kann der Kern nur zerstückt aus dem gegossenen Gegenstande herausgebracht werden. — Für Röhren insbesondere ist das (zinnerne, messingene oder eiserne) Modell eine in ihrer Achse durchschnittene Röhre, in welcher man aus hineingestopftem fetten Sande (rund um eine Eisenstange als Festigkeit gebende Achse) den Kern bildet, sodaß derselbe an beiden Enden etwas hervorragt. Modell und Kern zusammen formt man in einen zweitheiligen Formkasten (in jeden Kasten zur Hälfte) ein; das Modell wird dann beseitigt, der Kern aber scharf getrocknet und wieder in die Form gebracht, wo er mit beiden Enden in dem Sande aufliegt, und nur den röhrenförmigen Raum um sich leer läßt, den vorher das Modell eingenommen hat. — Nach einer zweiten Verfahrungsart ist das Modell ein massiver, in der Achse zerschnittener (also zweitheiliger) Zylinder von den äußeren Dimensionen der zu erzeugenden Röhre, und wird in einem zweitheiligen Kasten nach der unter 2) gegebenen Anweisung eingeformt. Den Kern bildet man (als einen Zylinder von dem innern Durchmesser der Röhre, aber

[1]) Berliner Verhandlungen, 1859, S. 161.
[2]) Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. VII. (1843), S. 37. — Polyt. Journ., Bd. 105, S. 249. — Brevets, T. 89, p. 83. — Brevets 1844, X. 171.

etwas länger als diese) in diesem Falle entweder aus einer durchlöcherten und mit Stacheln versehenen eisenblechernen, mit Lehm umkleideten Röhre, oder aus einer Eisenstange, die mit Strohseilen gleichmäßig bewickelt und mit Lehm (den man auf der Drehlade, S. 94, abdreht)[1]) überzogen wird, auch wohl aus einer eisernen Spindel, die man in einer zweitheiligen Form (Kernkasten) mit fettem oder magerem Sande fest umhüllt[2]). Es gibt auch eine Einrichtung des eisernen, mit Lehm zu überziehenden Kernes, wodurch derselbe nach dem Gusse verkleinert (dünner gemacht) werden kann, um ihn leichter aus der gegossenen Röhre zu ziehen[3]). — Das Einformen der halben Röhrenmodelle mittelst einer Presse[4]) ist eine dritte Methode. — Eine vierte besteht in Anwendung eines ungetheilten gußeisernen Modelles, welches in horizontaler Lage zur Hälfte in eine durchbrochene metallene Formplatte eingesenkt wird und so zur Herrichtung der beiden nach einander aufzusetzenden Formkastenhälften dient[5]). Ein solches Modell kann auch so benutzt werden, daß — bei senkrechter Stellung desselben und des geschlossenen zweitheiligen Formkastens — der Sand aus freier Hand[6]) oder mittelst einer maschinellen Vorrichtung eingepreßt wird[7]). Endlich können Röhren auch ohne vollständiges Modell, bloß mit Hülfe einer Schablone (einer am Rande nach dem äußerlichen Längenprofile der Röhre ausgeschnittenen Platte)[8]) oder mittelst eines kurzen, in dem stehenden Formkasten von unten nach oben fortschreitenden Modellstückes[9]) geformt werden; ja man geht noch weiter, formt den Kasten ganz mit Sand voll und bohrt mittelst einer Bohrmaschine die zylindrische Höhlung aus, in welche nachher der Kern eingebracht wird. — Die (eisernen) Röhren-Formkasten überhaupt sind, zur Ersparung von Sand, meist selbst auch röhrenähnlich, d. h. zylindrisch; Länge und Gestalt der Röhren erfordern öfters, sie aus einer größeren Anzahl Theilen zusammenzusetzen[10]). Sie werden zum Gusse theils vertikal oder unter 45 Grad geneigt aufgestellt, theils horizontal hingelegt; der Einguß befindet sich am Ende und bei langen horizontal liegenden Formen bringt man wohl mehrere in geeigneten Abständen vertheilte Einflußöffnungen an. — Es soll gelingen, eine Röhren-Sandform mehrmals zu gebrauchen, wenn der zweitheilige gußeiserne Formkasten nur mit einer dünnen Lage Sand ausgekleidet wird, welche vermöge zahlreicher Rippen auf der Innenfläche des Kastens so fest haftet, daß sie beim Herausnehmen des Gusses nicht beschädigt wird[11]).

Ein Dampfzylinder für eine Dampfmaschine wird — da er seiner Hauptgestalt nach als weites Rohr erscheint — nach der oben angegebenen zweiten Verfahrungsart geformt; es sind aber nebst dem großen zylindrischen Kerne, welcher die Höhlung bilden muß, noch kleinere und anders gestaltete Kerne für die Dampfwege nöthig, und diese werden in hölzernen Kernkasten aus Lehm oder fettem Sande über eiserner Grundlage verfertigt.

Mäßig lange und überhaupt nicht zu große rohrförmige Stücke mit durch ihre ganze Länge gleichbleibender (kreisrunder, ovaler, eckiger) Querschnittsgestalt können ohne Modell, ausschließlich mittelst Schablonen, auf folgende Weise geformt werden. Die Schablonen sind Bretchen, deren Kante nach dem Querprofile des Gußstückes gestaltet ist, und man bedarf deren vier: A mit vorspringender (konvexer) halber äußerer Querschnittsgestalt des Gusses; B mit derselben Gestalt als Ausschnitt (Konkavität); C mit einer dem inneren Querprofile gleichen Hervorragung; D mit eben so gestalteter Konkavität. Von den zwei zusammengehörigen Formkästen wird der eine mit Sand gefüllt, und hierin schabt man mittelst Schablone A, welche auf zwei parallelen Führungsleisten nach der

---

1) Polyt. Centr. 1850, S. 1476. — Polyt. Journ., Bd. 119, S. 99.
2) Polyt. Centr. 1859, S. 578.
3) Polyt. Centr. 1861, S. 703; 1864, S. 437; 1872, S. 849.
4) Polyt. Journ. Bd. 118, S. 352. — Wiebe, Skizzenb. Heft 34, Taf. 4.
5) Ztschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1869, X. u. XI. Heft. — Deutsche Ind.-Ztg., 1871, S. 162. — Schweiz. Ztschr. 1870, S. 5.
6) G. v. Reichenbach, Theorie der Brückenbögen und Vorschläge zu eisernen Brücken. 4. München 1833.
7) Polyt. Journ., Bd. 104, S. 245. — Armengaud XI. 337. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 197.
8) Jobard, Bulletin, VII. 27.
9) Polyt. Journ., Bd. 137, S. 19; Bd. 140, S. 272. — Polyt. Centr. 1855, S. 1293; 1858, S. 1. — Zeitschrift d. Ing. 1864, S. 681; 1865, S. 682.
10) Armengaud XI. 334. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 193.
11) Polyt. Centr. 1864, S. 939. — Génie ind. T. 27, p. 249.

Länge des Kastens fortgeschoben wird, eine Rinne aus, gleich der halben äußeren Gestalt des anzufertigenden Stückes. Nach Ausstreuung von Kohlenstaub gibt man ferner Sand hinein und gebraucht nun Schablone C in angegebener Weise, wodurch eine Sandauskleidung von der Dicke entsteht, wie die Wandstärke des Gusses fordert. In die jetzt vorhandene Vertiefung drückt man Sand zur Bildung des Kernes ein, der durch eingeschlossene Eisen gehörig verstärkt wird. Die Schablone D dient zur Vollendung des Kernes, wonach man diesen wieder mit Sand bekleidet, der mittelst B seine richtige Gestalt erhält. Es liegt nun in dem Formkasten der fertige, von einem Sandmodelle umschlossene Kern; endlich setzt man den zweiten Kasten auf und füllt ihn gehörig mit Sand. Wie beim folgenden Auseinandernehmen das Sandmodell zu beseitigen und zum Guße der entblößte Kern allein zwischen die beiden Formkästen wieder einzulegen ist, ergibt sich von selbst. Das Verfahren ist seiner Theorie nach einfach, erfordert aber einen gewandten Former.

8) Ein Topf. — Hohle Gegenstände, deren Höhlung nur eine einzige Mündung hat, also eine Unterstützung des Kernes an zwei Punkten nicht gestattet, müssen, wenn sie von einiger Größe sind, stets stehend gegossen werden, weil liegend der Kern durch sein Gewicht sich senken oder brechen würde. Ist die Masse des Kernes groß, und sein Fuß breit genug, um ihn zu tragen, so formt man umgestürzt (die Mündung des Modelles nach unten) und befestigt nöthigen Falles den Kern durch in denselben gesteckte Eisenstäbchen; kleinere Kerne dagegen, an welchen die Enge der Oeffnung im Gußstücke nur einen schwachen Hals zur Verbindung mit der übrigen Form gestattet, werden hängend angebracht. Beispiele der ersten Art sind alle Töpfe, Pfannen, Kessel u. s. w.; der zweite Fall kommt bei hohlen Kugeln (Granaten, Bomben) vor. Das Gießloch befindet sich gewöhnlich bei Gefäßen oben, mitten über dem Boden. Fürchtet man jedoch, daß das hier einstürzende Eisen den Kern beschädigen oder verrücken könnte, so läßt man außerhalb der Formhöhlung durch den Sand einen röhrenartigen Kanal hinabgehen, der unten in die Form mündet. Das Eisen steigt dann im Innern der Form von unten auf, und schont nicht nur den Kern, sondern treibt auch die Luft vollständig vor sich her nach ein Paar Windpfeifen, die man oben angebracht hat. Man nennt diese Methode das Gießen mit dem Steigrohre (couler à cale). — Die Topfgießerei (Potterie) hat wieder mit Gefäßen von wesentlich verschiedener Art zu thun, worüber hier karakterisirende Beispiele aufgestellt werden sollen. Der einfachste Fall, den wir zunächst betrachten, besteht darin, daß das Gefäß (Topf oder Kasserole) sowohl innen als außen gegen den Boden hin sich verjüngt, d. h. in der Tiefe nirgends weder einen innern noch einen äußern Durchmesser hat, der größer wäre als der innere oder äußere Durchmesser an der Mündung oder an einer der Mündung näher liegenden Stelle. Für diesen Fall ist ein zweitheiliger Kasten und ein aus dem Ganzen gearbeitetes Modell genügend. Der Unterkasten dient nur zur Stütze des Kernes, und bedarf daher keiner großen Höhe; der Oberkasten aber muß höher sein als das Modell. Man fängt damit an, daß man das Modell innerhalb des Oberkastens umgestürzt auf eine glatte Fläche setzt, den Kasten mit Sand vollstampft, also das Modell äußerlich ganz einhüllt, und zugleich die Oeffnung zum Eingießen mitten über dem Boden des Modelles (auf welchen zu diesem Behufe ein keilförmiges Eingußmodell gestellt wird) ausspart. Dann wird der Kasten umgekehrt, der Unterkasten aufgesetzt und sowohl dieser als die Höhlung des Modelles (um den Kern zu bilden) mit Sand vollgestopft. — Sollen Henkel an den Topf gegossen werden, so formt man über hölzerne oder metallene Modelle in Lehm oder fettem Sande zweitheilige Partialformen, brennt diese und setzt sie beim Einformen auf der gehörigen Stelle an das Modell, wo sie ganz von Sand umgeben werden. Bei gewissen einfachen Gestalten der Henkel können die Modelle zu den letzteren gleich an dem Topfmodelle angebracht, in den Sand mit eingeformt und dann durch das Innere des Topfes herausgezogen werden, bevor man diesen mit Sand füllt. Ein gleiches Verfahren kann rücksichtlich anzugießender Beine und Stiele stattfinden. Beine werden aber öfters auch dadurch geformt, daß man auf dem Boden des Topfmodelles, wenn man mit dem Einstampfen des Sandes bis dahin gelangt ist, die Beinmodelle aufsetzt, und sie mit dem Sande, der ferner noch aufgegeben wird, umhüllt. Bleiben die durch das Herausziehen dieser Modelle entstehenden Höhlungen oben offen, so dienen sie zugleich als Windpfeifen. — Größere Gefäße, als: Kessel ꝛc. formt man ohne Unterkasten, indem man den Oberkasten (der hier der einzige ist) auf eine geebnete Lehmsohle stellt. Dann muß aber der Boden des Modelles ein Loch besitzen, durch welches man den Sand zur Bildung des Kernes von oben einstopft.

Gefäßförmige hohle Stücke mit durchbrochenen Verzierungen pflegt man über Modellen zu formen, deren Außenseite den beabsichtigten Oeffnungen entsprechende Vertiefungen

enthält; der Kern, welcher mittelst eines besonderen Kerndrückers herzustellen ist, berührt an den betreffenden Stellen den Sand des Formkastens.

9) Ein Gefäß, welches in der Höhlung nach dem Boden zu sich verjüngt, äußerlich aber seinen kleinsten Durchmesser nicht am Boden, sondern an irgend einer Stelle zwischen Boden und Mündung hat; z. B. ein Mörser, mit vorspringendem gesimsartigen Rande am Fuße. — Das Modell ist zweitheilig, nämlich rechtwinklig gegen die Achse an jener Stelle zerschnitten, welche den kleinsten äußern Durchmesser hat, und dadurch in einen Hauptkörper und ein Bodenstück getrennt. Der Formkasten dreitheilig: der Unterkasten und der Oberkasten von geringer Höhe; der Mittelkasten genau so hoch, als das Mörsermodell sammt seinem Bodenstücke. Auf dem Sande des Unterkastens ruht der Kern; der Oberkasten enthält in der Mitte das Gießloch und nöthigen Falles Windpfeifen. In dem Mittelkasten befindet sich nach Vollendung des Einformens das Modell ganz eingeschlossen, von welchem sich der Hauptkörper nach unten, das Bodenstück nach oben herausziehen läßt. Das Einformen wird wie bei 8) verrichtet; nur daß man, nach Anfüllung des zweiten oder mittleren Kastens, noch den Oberkasten aufsetzen und mit Sand vollstampfen muß, und daß der Kern bequemer, ohne Umkehrung des Mittelkastens, durch Ausstopfung des Modelles von oben, nachdem man das Bodenstück abgenommen, gebildet wird.

10) Ein Bauchtopf, der sowohl innerlich als äußerlich in der Tiefe von größerem Durchmesser, als an der Oeffnung, ist. Das Modell ist dreitheilig, und zerfällt zunächst in ein Bodenstück und einen Hauptkörper (wie bei 9); der Schnitt, welcher beide trennt, ist an der Stelle des größten Durchmessers, oder auch näher gegen den Boden hin, rechtwinklig auf die Achse gelegt; der Hauptkörper ist durch einen zweiten Schnitt, in der Richtung der Achse selbst, in zwei gleiche, symmetrische Hälften getheilt. Der Kasten ist viertheilig: ein Unterkasten, der den Kern trägt; ein Oberkasten, in dessen Sandfüllung das Bodenstück versenkt wird; ein Mittelkasten, genau so hoch, wie der Hauptkörper des Modelles (ohne das Bodenstück), und durch einen senkrechten Schnitt in seiner Mitte getheilt, sodaß eine rechte und linke Hälfte entsteht. Das Einformen wird im Wesentlichen wie in dem vorhergehenden Beispiele verrichtet. Um aber das Modell herauszubringen, hebt man zuerst den Oberkasten ab und entfernt das Bodenstück, zieht dann die Hälften des Mittelkastens seitwärts von dem Modelle weg und entfernt endlich auf gleiche Weise die Hälften des Hauptkörpers des Modelles von dem Kerne. Die Wiederzusammensetzung der Kästen zum Gusse erklärt sich von selbst. — Das Formen der Bauchtöpfe läßt übrigens Modifikationen zu, welche theils auf Erleichterung der Arbeit mit einem zweitheiligen Modelle abzielen [1]), theils auf Anwendung von Schablonen (S. 89) beruhen [2]). — Der unter 2 (S. 86) erwähnte Kunstgriff, das Modell in der fertigen Form um seine Achse zu drehen, damit es die Sandflächen glättet und sich schließlich beim Ausheben leichter ablöst, ist auch bei der Topfformerei mit Nutzen anwendbar [3]). Verwandt ist das Formen eines Preßzylinders zur hydraulischen Presse [4]).

11) Eine Granate oder Bombe wird in einem zweitheiligen Kasten gegossen. Das Modell ist eine massive, in der Mitte durchschnittene Kugel, welche so, wie unter 2) beschrieben ist, eingeformt wird. Den kugelförmigen Kern bildet man aus fettem Sande in einer zweitheiligen metallenen Form (dem Kernkasten), trocknet ihn scharf und hängt ihn an einer senkrechten Kernstange in die Höhlung der Form. Die Kernstange ist ein Rohr von Blech, durch welches dort, wo es in dem Kerne steckt, einige Holzspäne quer durchgeschoben sind, um den Kern zu befestigen. Uebrigens ist das Rohr auch an mehreren Stellen durchbrochen, um beim Trocknen des Kernes der Feuchtigkeit aus dem Innern Abzug zu gestatten. — Abänderungen des Verfahrens kommen auch hier vor, namentlich unter Beihülfe maschineller Einrichtungen [5]). Man hat wohl als Kern eine dünne eiserne (aus zwei oder mehreren Stücken bestehende) Hohlkugel angewendet, welche in dem Guße sitzen blieb [6]).

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 140, S. 192; Bd. 149, S. 102. — Polyt. Centr. 1856, S. 982; 1859, S. 579.

[2]) Polyt. Centr. 1856, S. 984. — Polyt. Journ., Bd. 142, S. 184.

[3]) Polyt. Centr. 1857, S. 308. — Génie ind. T. 18, p. 332.

[4]) Notizblatt des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. III. (1853) S. 57. — Polyt. Journ., Bd. 131, S. 208.

[5]) Polyt. Centr. 1856, S. 986. — Polyt. Journ., Bd. 142, S. 187; Bd. 167, S. 2.

[6]) Polyt. Centr. 1856, S. 988.

12) Laufrad einer Jonval-Turbine mit gußeisernen Schaufeln. In eine auf der Herdsohle oder in einem Unterkasten geformte ringförmige Vertiefung werden die mittelst besonderen Kernkastens hergestellten (den einzelnen Zellen entsprechenden) Kerne ringsum eingesetzt, worauf man mittelst eines scheibenförmigen Radmodelles und des Oberkastens die Form vollendet. Die langgestreckten Kerne erhalten zu größerer Festigkeit im Innern gitterförmige (gegossene) Kerneisen, welche vor dem Einformen mit Lehmwasser bestrichen werden [1]).

Soll ein im Kasten gegossenes Stück theilweise eine sehr harte Oberfläche bekommen, so wird ein entsprechend gestaltetes Stück Gußeisen in die Form gelegt, an welchem das flüssige Eisen sich abschreckt (vergl. S. 5). So gießt man Räder für Eisenbahnwagen auf dem äußeren Umkreise hart, durch Anwendung eines eisernen Ringes [2]); Radnaben und Achsenbüchsen mit harter Innenfläche durch Gebrauch eines eisernen Kernes 2c. Bei Anfertigung der erwähnten Räder ist wohl auch der sogenannte Zentrifugalguß zu Hülfe genommen worden, indem man die Form während des im Mittelpunkte stattfindenden Einlaufens des Eisens mit großer Schnelligkeit um ihre Achse drehen ließ [3]); in diesem Falle wird vermöge der Fliehkraft das flüssige Metall gegen den Umkreis getrieben und nicht nur eine größere Dichtigkeit des Gusses erzielt, sondern auch die Möglichkeit geboten, anfangs (für den zuerst sich füllenden Kranz) eine zum Abschrecken besonders geeignete harte, später (für die übrigen Theile) eine weichere und festere Eisensorte einzubringen.

B. Masseformerei, Masseguß.

Der fette Sand oder die Masse (S. 80) hat den Vorzug vor dem mageren Sande, daß er feinere Eindrücke annimmt und sie besser behält (besser steht), also zum Gießen von Gegenständen mit zarten Verzierungen oder weit hervorragenden Theilen besser geeignet ist, und daß er, weil die daraus gefertigten Formen vor dem Gießen getrocknet werden, das Eisen nicht abschreckt, die Oberfläche desselben nicht hart macht. Er verursacht dagegen mehr Zeitaufwand und Arbeit beim Formen, weil er durchaus gut getrocknet werden muß, indem er dichter ist und der Feuchtigkeit keinen Ausweg durch seine Poren darbietet. Man wendet deshalb Formen aus fettem Sande (trockenem Sande, Trockensand, sable recuit, sable d'étuve, sable étuvé, *dry sand*) nur in solchen Fällen an, wo sie unentbehrlich sind, nämlich beim Gusse feiner verzierter Waren und solcher größeren Gegenstände, denen man die ganze natürliche Weichheit des Eisens bewahren will. Sogenannte Galanterie-Waren aus Eisenguß (als: Schnallen, Armbänder, Ohrgehänge, Ringe, Leuchter, Schreibzeuge, Medaillons, u. s. w.) werden deshalb in Masse geformt, von großen Gegenständen hauptsächlich die eisernen Kanonen und Mörser.

Fetter Sand wird nicht allein zur Herstellung ganzer Formen, sondern auch (wie schon an Beispielen S. 88 №. 7, S. 91 №. 11 vorgekommen ist) zur Anfertigung der Kerne beim Guß hohler Gegenstände in magerem Sande gebraucht. Ein guter Kernsand *(core-sand)* ist besonders schwer zu finden, da er grobkörnig, sehr porös und dabei doch sehr zusammenhaltend sein, also Eigenschaften besitzen soll, welche ziemlich selten vereinigt angetroffen werden: hier muß man daher oft zu künstlichen Mischungen greifen.

Die Masse wird vor dem Gebrauche schwach gebrannt, gestampft, gesiebt und mit wenig Wasser angemacht. Oefters setzt man ihr Koksstaub zu. Schon gebrauchte Masse wird mit Lehmwasser wieder angemacht. Auch magerer Sand hält nach dem Trocknen gut zusammen, wenn man ihn, statt mit Wasser, mit Kochsalzauflösung anmacht, und er könnte bei dieser Zubereitung in vielen Fällen statt fetten Sandes dienen, vor welchem er den Vorzug hat, weit schneller (wegen seiner Porosität) auszutrocknen.

Das Formen geschieht bei dem Masseguß ganz nach denselben Grundsätzen und mit denselben Hülfsmitteln, wie beim Sandguß in Kästen; nur müssen die Formkästen stets von Eisen sein, weil sie beim Trocknen der Hitze ausgesetzt werden. Das Ein-

[1]) Ztschr. d. Ingenieure 1868, S. 425.
[2]) Polyt. Centr. 1848, S. 16. — Polyt. Journ., Bd. 139, S. 5.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 150, S. 11. — Polyt. Centr. 1858, S. 1627.

formen kleiner Gegenstände stimmt auch meistentheils ganz mit dem Verfahren überein, welches beim Formen für den Messingguß gebräuchlich ist (s. Messinggießerei). Die Modelle zu zarten verzierten Gegenständen werden mit höchst fein gesiebter trockener Masse bestäubt, damit diese alle feinen Vertiefungen gut ausfülle; dann stampft man weniger feine, feucht gemachte Masse darüber. Zum Formen einer Kanone wird eine ziemlich große Anzahl von Formkästen (12 oder 14 und mehr) erfordert, die man an einander setzt und mit Splinten vereinigt. Alle Masseformen werden an Kohlenfeuer oder in eigenen geheizten Trockenstuben (étuve, *stove*), auch wohl durch Einführung heißer Luft[1]) oder heißer Verbrennungsgase scharf ausgetrocknet, damit sie bei der Berührung mit dem geschmolzenen Eisen keine Dämpfe und Gase entwickeln. Die getrockneten Formen zu gröberen Gegenständen bestreicht man mittelst eines Pinsels mit einer Schlichte oder Schwärze aus dünner Lehmbrühe und feinem Holzkohlenstaub, aus Leimwasser, Kohlenstaub und Knochenasche, oder von ähnlicher Zusammensetzung, und trocknet sie dann noch ein Mal. Zarte Formen schwärzt man durch Anrauchen (noircir, *smoking*), indem man sie über die Flamme von Kienholz oder Pech hält.

Es ist hier des Versuches zu gedenken, die vollkommene Schärfe der Abgüsse dadurch zu befördern, daß man aus der (sorgfältig luftdicht verschlossenen) Form die Luft auspumpen und dann von unten her das Metall eintreten ließ[2]): die geringe Anwendbarkeit dieses Kunstgriffes springt in die Augen.

C. **Lehmformerei, Lehmguß** (moulage en terre, *loam moulding*, *loam-casting*).

Die Lehmformerei (die langsamste und folglich die theuerste von allen) wird jetzt überhaupt nicht mehr oft, und nur höchst selten zu massiven Gegenständen, vielmehr fast ausschließlich zu ganz großen Gefäßen (Kesseln ꝛc.) angewendet, zu welchen man entweder keine hinlänglich großen Formkästen hat, um sie in Sand zu formen, oder bei denen, da sie nur ein einziges Mal abgegossen werden sollen, die Anschaffung eines metallenen oder hölzernen Modelles zu kostspielig sein würde; denn die Lehmformerei bedarf keines solchen Modelles und keines Formkastens. Der Lehm ist als ein Gemenge von viel Thon mit wenig Sand zu betrachten, wie der magere Sand ein Gemenge von viel Sand mit wenig Thon ist. Der fette Sand steht zwischen beiden. Der Lehm hat durch seinen überwiegenden Thongehalt Bindekraft genug, um nach sehr scharfem Trocknen (Brennen) für sich selbst, ohne Formkasten, zu stehen, d. h. den für den Guß erforderlichen Zusammenhang zu behaupten.

Der Formlehm (terre à mouler, *loam*, *moulding loam*) muß nicht zu sandig, hinlänglich bildsam und bindend sein, beim Brennen wenig schwinden und keine oder nur unbedeutende Risse bekommen. Er wird durch Auslesen und Sieben von Steinen, Wurzeln u. dgl. gereinigt, mit Wasser angefeuchtet, fleißig durchgeschlagen, endlich mit gehacktem Stroh, trockenem Pferdemist oder Kuhhaaren, wohl auch Asbest vermengt und durchgetreten (damit er beim Trocknen nicht reißt und abbröckelt). Er muß zum Gebrauche ungefähr die Konsistenz von Brotteig haben.

Zu jeder Lehmform für einen hohlen Gegenstand müssen drei Hauptheile gebildet werden: der Kern, das Hemd, der Mantel. Der Kern (noyau, *core*, bei beträchtlicher Größe: *nowel*) ist derjenige Theil der Form, der in dem Gusse die Höhlung ausspart, und also an Gestalt und Größe dem Innern des Gußstückes gleich sein muß. Ueber den Kern wird eine Lage Lehm aufgetragen, welche an Dicke und an äußerer Gestalt dem zu fertigenden Gußstücke gleicht, so wie sie durch den Kern schon von selbst die gehörige innere Gestalt bekommt. Diese Bekleidung ist ein wahres von Lehm gemachtes Modell, und heißt wirklich so, zuweilen aber auch das Hemd, die Dicke oder Eisenstärke (chemise, *thickness*). Das Hemd oder Modell wird endlich in eine stärkere Lehm-Masse eingehüllt (den Mantel, manteau, chape, *case*,

[1]) Polyt. Journ., Bd. 196, S. 502.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 131, S. 434. — Polyt. Centr. 1854, S. 726.

cope). Wird der Mantel, im Ganzen oder in zwei (zuweilen mehrere) Theile mit einem dünnen Messer zerschnitten, von dem Hemde abgehoben, letzteres weggebrochen und beseitigt, dann der Mantel wieder über dem Kerne aufgesetzt, so bleibt der Raum leer, welchen das Eisen füllen soll. Die Lehmformen werden zum Gusse so aufgestellt, daß die Mündung des Kessels ꝛc. nach unten gekehrt ist. Den Kern macht man jederzeit hohl, theils um ihn leichter austrocknen und brennen zu können, theils um an Lehm und an Arbeit zu sparen. Das Auftragen des Lehmes geschieht schichtenweise, und jede Schicht wird an der Luft und durch Kohlenfeuer getrocknet, bevor man eine neue aufträgt. Damit der Mantel vom Hemde, und dieses vom Kerne sich leicht ablöse, bepinselt man Kern und Hemd nach ihrer Vollendung mit Holz- oder Torfasche, die mit Wasser angerührt ist. Nach der schon erwähnten Wegschaffung des Hemdes werden Kern und Mantel ausgebessert oder geputzt (parer), und durch herum und hineingemachtes Feuer gebrannt, bei geringerer Größe in einer auf 150 bis 200° C. geheizten Kammer (*loam stove*) getrocknet; dann mit einer Brühe von Leimwasser und Kohlenstaub, *blackwash*, bestrichen (geschwärzt, *blackwashing*). Die Fugen des wieder über dem Kerne aufgesetzten Mantels werden mit Lehm verstrichen. Zum Abgusse setzt man die Formen in die Dammgrube vor dem Ofen und umgibt sie mit festgestampfter Erde. Große, nicht zum Transporte geeignete Formen werden schon in der Dammgrube verfertigt. Die Eingüsse und Windpfeifen (zur Abführung der Luft) bildet man aus Röhren von Lehm, welche in Oeffnungen des Mantels eingesetzt werden. Nach dem Gusse, wenn das Gußstück in der Fom erkaltet ist, wird der Mantel abgeschlagen und der Kern herausgestochen, wenn sich nicht das Gußstück von demselben abheben läßt. Der Lehm kann (weil er hartgebrannt ist) nicht wieder gebraucht werden.

Runde Lehmformen werden mit Lehren, Schablonen, Drehbretern, échantillon, calibre, gabari, gabarit, *templet*, d. h. nach dem hervorzubringenden Profile ausgeschnittenen Bretern abgedreht (trousser). Zu jeder Form sind zwei Schablonen erforderlich: die erste für den Kern, die andere für das Hemd. Der Mantel wird meist aus freier Hand gebildet, da es auf die Regelmäßigkeit seiner äußeren Form nicht ankommt; doch dreht man ihn zuweilen mittelst einer dritten Schablone, um bei seiner alsdann regelmäßigeren Gestalt besser eiserne Reifen herumlegen zu können, welche gegen Bruch schützen. Kleinere Formen verfertigt man in der Drehlade, *founder's lathe*, auf einer hölzernen oder eisernen horizontalen Spindel, welche mittelst einer Kurbel umgedreht wird, während man den Lehm mit der Hand aufträgt und zuletzt mit der unbeweglich dagegen gelegten Schablone zur gehörigen Gestalt abgleicht. Mit dem Kerne wird natürlich der Anfang gemacht; und damit derselbe hohl wird, umwickelt man die Spindel mit Strohseilen, bevor man mit dem Auftragen des Lehmes beginnt.

Zu großen runden Formen wird der Kern aus Ziegeln oder Lehmsteinen (mit Lehm als Mörtel) hohl aufgemauert, und nur äußerlich mit Lehm bekleidet. Weil eine solche Form sich nicht wohl würde in drehende Bewegung setzen lassen, so wird die Schablone, welche mit der in der Achse des Kernes senkrecht aufgerichteten eisernen Spindel verbunden ist, im Kreise herumgeführt, um das Abdrehen zu bewirken. Die gedachte Spindel wird entweder zu jeder Form von Neuem in der Achse aufgestellt, oder sie befindet sich ein für alle Mal an einer besonderen Vorrichtung[1]), unter welcher man die Anfertigung der Formen vornimmt. Den Mantel verstärkt man durch Eisenstäbchen oder Drähte, die man in die Masse desselben legt. Für die Henkel oder Handhaben der Kessel und andere Nebentheile der Lehmgüsse werden besondere Formen von Lehm gemacht und in Oeffnungen des Mantels eingesetzt.

Nach dem Vorstehenden läßt sich leicht erachten, daß man durch ein im Wesentlichen ganz gleiches Verfahren auch die an beiden Enden offenen Zylinder für Dampfmaschinen, Gebläse u. s. w. formen kann. Bei sehr großen Zylindern würde indessen das Ablösen eines Lehm-Mantels vom Hemde und das Wiederansetzen desselben zu schwierig sein.

---

[1]) Polyt. Centr. 1847, S. 1471. — Kronauer, Zeitschrift. 1848, S. 61.

Man mauert und vollendet daher den Mantel in der Dammgrube und senkt dann den auf einer eisernen Scheibe besonders verfertigten Kern ins Innere desselben hinab, wobei man sich, wie überhaupt zum Handhaben großer Formen und Gußstücke, eines Krahnes bedient [1]).

Für andere besondere Fälle ist die Vorrichtung und das Verfahren entsprechend zu modifiziren; so z. B. beim Formen der Triebschrauben zu Schraubendampfschiffen [2]). — Nicht runde Gegenstände werden meist ohne Spindel und Schablone, bloß aus freier Hand, übrigens auf eine mit dem Obigen übereinstimmende Weise, geformt. Doch hat man für ovale und ähnliche Sachen einen mechanischen Apparat, durch welchen auch hier die Anwendung der Schablone ermöglicht wird [3]). — In gewissen Fällen kann, zu Ersparung von Lehm und Verminderung der Arbeit, theilweise fetter Sand zu Hülfe genommen werden. Man formt z. B. die Kaliberwalzen für Stabeisenwalzwerke (massive Zylinder mit rings herum laufenden groben Furchen) hin und wieder auf folgende Weise: Der Formkasten ist von Eisen, zylindrisch, im Mittelpunkte jedes Bodens mit einem Loche versehen, um eine eiserne Welle einlegen zu können, an welcher sich die nach Bedürfniß zu stellende Schablone befindet. Nachdem beide Kastenhälften mit einer etwa 100mm dicken Lage fetten Sandes ausgedämmt sind, setzt man das Ganze zusammen und arbeitet durch Umdrehen der Welle die Furchen und Rippen im Groben aus; hierauf wird der Sand dünn mit Lehm überkleidet und die Arbeit vollendet.

Zur Herstellung (ungezahnter) Räder durch Zentrifugalguß (S. 92) können auch Lehmformen dienen, welche aber dann von einem eisernen Formkasten umschlossen sein müssen [4]).

Zum Lehmgusse gehört endlich auch der sogenannte Kunstguß, d. h. die Verfertigung gußeiserner Büsten, Figuren, Monumente rc. Die Verfahrungsarten hierbei stimmen mit jenen überein, welche bei der Abhandlung über den Bronzeguß für die sogenannte Bildgießerei beschrieben werden.

D. Schalenformerei, Schalenguß.

Der Schalenguß (der Guß mit Anwendung gußeiserner Formen, Schalen, Kapseln, coquilles, *chills*) gewährt den Vortheil, in einer Form eine beliebige Anzahl Abgüsse schnell nach einander machen zu können, während die Sand-, Masse- und Lehm-Formen stets nur für einen einzigen Abguß dienen und dann zerstört werden müssen. Trotz der hieraus für den Schalenguß hervorgehenden größeren Wohlfeilheit wird derselbe doch nur wenig angewendet, weil die Gußwaren durch die schnelle Abkühlung (das Abschrecken) in den gut leitenden eisernen Formen unansehnlich und rauh ausfallen, auch bis auf einige Tiefe (wenn sie sehr dünn sind, sogar durch und durch) eine große Härte und damit zusammenhängende Sprödigkeit erlangen: Eigenschaften, welche meist sehr unwillkommen sind. Fast nur für solche Gegenstände also, bei welchen bedeutende Härte ein Erforderniß ist, werden eiserne Formen angewendet (Hartguß, *case hardened castings, chilled work*). Je dicker die Wände solcher Formen sind, desto mehr Wärme entziehen sie dem Eisen in gleicher Zeit und desto vollkommener ist daher die Härtung [5]). Um das Einfressen des geschmolzenen Eisens in die Formen zu verhindern, bestreicht man letztere stark mit Reißblei, fein gepulvertem Antimon oder überzieht sie mit Steinkohlentheer. Vor dem Gusse werden sie erwärmt.

Man hat nämlich bemerkt, daß eiserne Formen, wenn sie ganz kalt sind, öfters zerspringen, auch die Abschreckung auf geringere Tiefe hinein bewirken, als wenn sie vor dem Gusse bis auf etwa 250° C. erhitzt werden: der Grund letzterer Erscheinung mag darin liegen, daß in kalter Form die äußerste Rinde des Gusses zwar plötzlich erstarrt, aber dann selbst eine sehr heiße Schale für die innere Metallmasse bildet, deren rasche Abkühlung sie hindert, sodaß hierdurch die Sache gleichsam so liegt, als sei das geschmolzene Eisen in

---

[1]) Génie ind. VII, 147. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 88.
[2]) Notizblatt des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. II. (1853) S. 329. — Polyt. Journ., Bd. 128, S. 405. — Polyt. Centr. 1853, S. 641.
[3]) Génie ind. T. 26, p. 133.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 176, S. 14. — Polyt. Centr. 1865, S. 221.
[5]) Polyt. Journ., Bd. 198, S. 45. — Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 469.

eine dünne weißglühende Form gegossen worden, wogegen die etwas erhitzte Form das gleichzeitige Erstarren einer dickern Rinde herbeiführt, zwar nicht völlig so schnell, aber doch noch rasch genug um die Härtung zu bewirken. — In kupfernen Schalen, welche man neuerlich zu kleinen Gußgegenständen öfters anwendet, wird — wegen der höheren Wärmeleitungsfähigkeit dieses Metalles — die gehärtete Oberflächenschicht dicker und härter als in Eisen.

Beispiele von der Anwendung des Schalengusses sind folgende:

1) Kanonenkugeln. Wegen der Schnelligkeit und Wohlfeilheit der Erzeugung hat man dieselben früher oft in Schalen gegossen; da jedoch solche harte Kugeln die Geschütze schnell zu Grunde richten, so ist man jetzt fast allgemein davon abgegangen, und formt die Kanonenkugeln in Sand. Für den Schalenguß muß wenigstens ein sehr kohlehaltiges (ganz dunkelgraues) Roheisen gewählt werden, welches durch das Abschrecken am wenigsten hart wird. Eine eiserne Kugelform ist sehr einfach; sie besteht aus zwei, genau mit den Flächen auf einander passenden, dicken Gußeisenstücken, von welchen jedes die halbe Kugelhöhlung, nebst der halben Weite des Gießloches enthält. Damit diese Stücke richtig zusammengesetzt werden können, besitzt das eine vier kurze Zapfen, welche in vier Löcher des andern eintreten. — Hohle Geschützkugeln können in eisernen Formen ohne Kern mittelst des Zentrifugalgusses hergestellt werden, wozu die nur theilweise gefüllte Form in sehr schnelle Drehung um sich selbst versetzt wird, sodaß das Eisen genöthigt ist, die Formwandung überall zu bekleiden und als Hohlkugel zu erstarren [1]).

2) Große Dreheisen zum Abdrehen von Gußeisenwaren. Auf Eisenhütten gießt man solche Dreheisen, die viel wohlfeiler zu stehen kommen, als angestählte. Die Form besteht aus zwei dicken und schmalen Platten, von welchen die eine eine Vertiefung von der Gestalt des Dreheisens besitzt, die andere ganz flach ist und bloß als Decke für jene Vertiefung dient.

3) Zahnräder für Walzwerke [2]) erhalten neuerdings zur Erhöhung des Widerstandes gegen Abnutzung harte Zahnflanken, indem man eine aus einzelnen (den Zahnlücken entsprechenden) Gußeisenstäben zusammengesetzte Coquille in Anwendung bringt.

4) Hartwalzen *(case hardened rollers)* [3]), d. h. Walzen zum Ausstrecken des Bleches aus Eisen und anderen Metallen. Solche Walzen, besonders größere, gehören zu den schwierigsten Erzeugnissen der Eisengießerei. Der Walzenkörper selbst muß (auf wenigstens 12mm tief von der Oberfläche einwärts) hart, die Zapfen (tourillons, *necks*) dagegen dürfen es, der Haltbarkeit wegen, nicht sein. Die Form besteht deshalb aus drei Haupttheilen, nämlich aus einem hohlen gußeisernen, genau ausgebohrten, beim Gusse aufrecht stehenden Zylinder, dessen Wanddicke wenigstens ein Drittel des inneren Durchmessers beträgt, und zwei eisernen Formkästen, welche oben und unten mit dem Zylinder verbunden werden, und worein man in Masse (fettem Sande) die Zapfen der Walze einformt. Das Eisen (stark halbirtes, oder eine Mischung aus grauem und weißem) wird durch eine schräge Lehmröhre nach dem untersten Formkasten geleitet, wo es an zwei Punkten seitwärts, in tangentialer Richtung, einströmt und nicht nur, von unten nach oben die Form füllend, alle Luft, Schlacken und Unreinigkeiten vor sich hertreibt, sondern zugleich auch in eine wirbelnde, rotirende Bewegung geräth, vermöge welcher die Unreinigkeiten sich mitten auf der Eisenfläche sammeln, ohne die Peripherie-Fläche der Walze verderben zu können. Der Guß schwindet hinlänglich, um das Abheben der Form zu gestatten, ungeachtet die letztere in ihrer ganzen Länge von einerlei Durchmesser ist. — Kaliberwalzen (S. 95) werden wesentlich auf dieselbe Weise gegossen, nur muß dazu die Schalenform zweitheilig sein.

Kleine Blechwalzen gießt man öfters ohne die Zapfen, aber mit einer viereckigen, durch und durch gehenden Höhlung, in welche eine schmiedeiserne Achse mit daran sitzenden Zapfen eingeschoben wird. In diesem Falle kann die Form viel einfacher sein und aus einem gußeisernen, an beiden Enden offenen Zylinder bestehen, den man auf eine geebnete Lehmsohle setzt, in dessen Mitte ein vierkantiger Kern von Lehm aufgerichtet wird, und den man von oben her vollgießt. Mit Erfolg ist es auch versucht worden, die Walzen

---

[1]) Polyt. Centr. 1856, S. 991. — Polyt. Journ., Bd. 141, S. 100.

[2]) Polyt. Centr. 1872, S. 704.

[3]) Karsten, Archiv für Mineralogie ꝛc. Bd. VII. (1834) S. 3. — Berliner Verhandlungen, 1834, S. 66; 1836, S. 235. — Polyt. Journ., Bd. 82, S. 30; Bd. 139, S. 245; Bd. 145, S. 38; Bd. 162, S. 351; Bd. 183, S. 269. — Polyt. Centr. 1857, S. 659. — Génie ind. T. 22, p. 223.

auf schmiedeiserne Achsen aufzugießen, indem man die (vorher zuweilen verzinnte) Achse an Stelle des Kernes in die Form einsetzt.

An dieser Stelle ist des Verfahrens zu gedenken, abgebrochene Walzenzapfen durch Angießen zu erneuern. Die Bruchstelle wird durch aufgelegte glühende Kohlen rothwarm gemacht, nachdem eine Lehmform aufgesetzt worden, die nahe über der Bruchfläche mit seitlichen Oeffnungen von 25mm Weite versehen ist; hierauf wird flüssiges Eisen aufgegossen, welches durch diese Oeffnungen wieder abfließt bis ein Anfressen der Walzenfläche bemerklich wird; dann werden die Oeffnungen geschlossen und es erfolgt die Anfüllung der Form zur Herstellung des Zapfens. Hierdurch tritt eine vollständige Anschweißung des neuen Zapfens ein.

5) Kreuzungsstücke (sogenannte Herzstücke, *crossings*) von Eisenbahngleisen.

In Fällen, wo ein Gußstück nicht ganz, sondern nur an bestimmten Theilen hart werden soll, wendet man das Abschrecken *(chilling)* ebenfalls an, formt aber in Sand, und legt nur dort, wo die Oberfläche Härte erlangen muß, Gußeisenstücke von angemessener Gestalt und Größe ein. Beispiele sind die oben (S. 96) vorgekommenen, ferner Pflugscharen u. dgl. m.

Zuweilen kann es beim Gusse einfacher hohler Gegenstände vortheilhaft sein, in einer Sandform einen eisernen Kern zu gebrauchen, nur um die Arbeit des Formens abzukürzen: so bei Herstellung der gußeisernen Zuckerhutformen [1]).

Hohle Kunstgußartikel (z. B. Statuetten u. dgl.) hat man mit gutem Erfolge in vieltheiligen gußeisernen Formen ohne Kern dargestellt, indem man die gänzlich mit Eisen gefüllte Form kurz nach dem Eingießen durch Umkehren wieder entleerte, sodaß nur eine dünne erstarrte Kruste an der Formwandung zurückblieb. Dieses Verfahren nennt man das Stürzen oder den Schwenkguß.

Aus anderem Stoff, als Metall, für den Eisenguß solche Formen herzustellen, welche mehrmals gebraucht werden können, wird für eine allgemeinere Anwendung wohl immer zu schwierig bleiben, da solchen Formen die nöthige große Haltbarkeit fehlt; der Versuch ist indeß gemacht worden mit feuerfestem Thon, welcher mit $^1/_5$ Sand oder gemahlenen alten feuerfesten Ziegeln versetzt, nach Art des Lehms (S. 93) geformt, hartgebrannt und mit Graphit- oder Holzkohlenpulver — in Wasser, Bier oder Hefe angerührt — geschwärzt wurde [2]).

Fernere Zurichtung der Eisengüsse.

Die meisten Eisengüsse (fonte moulée, *iron foundry, iron castings*) sind so, wie sie aus der Form kommen, fertig, nachdem nur die Angüsse oder Gießzapfen (die durch Ausfüllung des Eingusses und der Windpfeifen entstandenen Anhängsel) noch heiß abgeschlagen und deren Spuren, sowie die Gußnäthe, durch Meißel und Hammer weggeschafft, mit harten gußeisernen Feilen (welche statt des sonst gebräuchlichen Feilenhiebes einfache grobe, gleich durch den Guß daran erzeugte Kerben haben) weggefeilt oder auf dem Schleifsteine abgeschliffen sind (Putzen, ébarber, *to fettle*). Man läßt den gröberen Gegenständen die schwarzgraue oder bläulichgraue Farbe, welche sie vom Gusse aus haben; feinere Stücke werden geschwärzt, entweder durch wiederholtes Anräuchern über Feuer von Kienholz und Reiben mit einer steifen Bürste, oder durch Bestreichen mit Lein- oder Nußöl, Erhitzen bis zum Verschwinden der Flamme, und Bürsten. Man kann auch die Stücke dünn mit Leinöl bestreichen und 200 bis 250mm hoch über einem Flammfeuer an einem Drahte so aufhängen, daß sie ganz in Rauch gehüllt sind, nach Verlauf einer Stunde sie bis nahe an die glühenden Kohlen des ausgebrannten Feuers herablassen, nach einer Viertelstunde in kaltes Terpentinöl tauchen und endlich abtrocknen. Auch Leinöl-Firniß, mit Kienruß und etwas Indig versetzt, wird angewendet. Manche Gegenstände werden (mit den später vorkommenden Hülfsmitteln) abgedreht, ausgebohrt, befeilt, gehobelt, überhaupt weiter bearbeitet; fein verzierte Stücke auch wohl nachgravirt (ziselirt). Kochgefäße werden mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und glasirt (emaillirt) oder ausgedreht, mit Sandstein ausgeschliffen und verzinnt. Stücke, welche aus mehreren Theilen bestehen, werden durch Schrauben oder durch Niete von Eisendraht zusammengesetzt.

---

1) Polyt. Journ., Bd. 113, S. 101.
2) Polyt. Journ., Bd. 131, S. 432. — Polyt. Centr. 1854, S. 727.

Gut gelungene Gußwaren müssen von glatter Oberfläche, ohne Löcher, Blasen und sichtbare Poren sein, feine Gußnäthe und reine Kanten, sowie scharf ausgedrückte Verzierungen haben. Geringe Dicke (wo sie nicht dem Zwecke zuwider ist) und davon abhängende Leichtigkeit, sowie möglichst geringe (doch nicht bis zur Mürbheit verminderte) Härte und genügende Festigkeit sind — falls nicht große Härte durch den Zweck bedingt wird — ebenfalls Vorzüge.

Eine besondere Zubereitung, welche mit manchen Gegenständen von Eisenguß vorgenommen wird, ist das Adouciren, Anlassen, Tempern (adoucir, adoucissement, *annealing, tempering)*, wodurch sie einen hohen Grad von Weichheit und unter gewissen Umständen selbst die wesentlichsten Eigenschaften des Schmiedeisens erlangen. Die Hauptsache hierbei ist anhaltendes starkes Glühen der Gußstücke in einer wenigstens die Oxydation verhütenden, oft aber auch noch chemisch einwirkenden Umhüllung, und darauf folgendes höchst langsames Abkühlen. Der Erfolg ist nach der Wahl des Einhüllungsmittels und nach dem Grade sowie der Dauer der Hitze verschieden. Bestreicht man die Gegenstände mit Lehm, oder gräbt man sie in gröblich gepulverte Kokes, in Sand u. dgl. ein, und wendet nur Rothglühhitze von geringerer Dauer an, so tritt eine chemische Veränderung des Gußeisens nicht ein; dasselbe wird nur weich auf Grund derselben physischen Wirkung, vermöge welcher der Stahl nach besonders langsamem Erkalten ausgezeichnet weich erscheint, und es genügt hierzu auch, die noch stark glühend aus der Gußform genommenen Gegenstände in einen stark geheizten Ofen zu bringen, darin bis nahe an den Schmelzpunkt zu erhitzen und, nach luftdichter Verschließung aller Ofenöffnungen, äußerst langsam (wohl 3 bis 4 Tage lang) abkühlen zu lassen. Auf diese Weise werden öfters Eisengüsse weich gemacht, um sie leichter abdrehen oder abfeilen zu können. Dagegen wirken andere pulverige Einhüllungsmittel in Verbindung mit stärkerer und andauernderer Hitze in der Weise, daß sie dem Gußeisen Kohlenstoff entziehen, es also wesentlich in seiner chemischen Zusammensetzung modifiziren. Dahin gehört die Knochenasche, deren Phosphorsäure-Gehalt durch den Kohlenstoff theilweise reduzirt zu werden scheint, ganz besonders aber das Eisenoxyd und Eisenoxydoxydul, deren Sauerstoff mehr oder weniger Kohlenstoff aus dem Gußeisen zu Kohlenoxydgas umwandelt und dadurch entfernt: anfangs oberflächlich, später — selbst bei Stücken von nicht ganz geringer Dicke — durch und durch. Diese Art der Zubereitung im Besonderen versteht man, wenn vom Adouciren und dessen Produkte: dem hämmerbaren, schmiedbaren Eisenguß (fonte malléable, *annealed cast iron)* die Rede ist[1]).

Es werden auf solche Weise eine Menge, namentlich kleinerer Gegenstände aus Gußeisen hergestellt, welche sehr biegsam und weich sind, sodaß sie die Stelle geschmiedeter Stücke sehr gut vertreten können, wobei sie viel wohlfeiler als letztere zu stehen kommen (Riegel und Schlüssel zu Schlössern, Bügel zu Vorlegeschlössern, Fenstervorreiber und Thürgriffe, Stockknöpfe, Nägel, Lichtscheren, Karabinerhaken, Schnallen, Pferdegebisse und Steigbügel, Gewehrkugelformen, Bestandtheile zu groben Gewehrschlössern, Nähmaschinen, Schraubenkluppen 2c. 2c.) Am besten gelingt das Adouciren mit Gegenständen, welche eigens hierzu aus einem kohlenstoffarmen weißen Roheisen (das ohne Adouciren gar nicht zu Gußwaren taugt) gegossen sind; doch wird auch halbirtes und selbst hellgraues angewendet, oder ein Gemisch von weißem und grauem. Als Mittel zum Adouciren (Zementirpulver) gebraucht man gestoßenen Eisenhammerschlag oder gepulverten Rotheisenstein, oder gerösteten und zu Pulver gepochten Spatheisenstein. Die rohen Gußstücke werden in gußeisernen zylindrischen Tiegeln von etwa 300mm Höhe und 150mm Durchmesser mit dem Zementirpulver geschichtet; gesättigte Kochsalzauflösung wird dazu gegossen, bis das Pulver gänzlich befeuchtet ist, obenauf eine Lage von trockenem Zementirpulver gebracht, das Ganze in der Ofenwärme getrocknet; jeder solche Tiegel in einen größern thönernen Tiegel gesetzt und der Raum zwischen beiden Tiegeln mit Kohlenklein ausgefüllt, dann ein Deckel mit feuerfestem Thon aufgekittet. Vier bis zwanzig solcher

---

1) Technolog. Encyklopädie, Bd. XV. S. 483—493. — Brevets LXIII. 117. — Brevets 1844, T. 13, p. 61. — Génie ind. T. 26, p. 305. — Polyt. Journ. Bd. 171, S. 360. — Polyt. Centr. 1871, S. 437. — Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 353.

vorbereiteter Tiegel (jeder wohl 15 bis 20 kg Eisenguß enthaltend) werden mit einander in einen Flammofen gesetzt und der Glühung unterworfen. Vom Anheizen bis zum Ende des Feuerns verlaufen 72 bis 120 Stunden, wovon die letzten 36 unter gleichmäßiger starker Glühhitze. Zur Abkühlung läßt man 48 Stunden Zeit, und erst nach gänzlichem Erkalten werden die Tiegel geleert. Einige ziehen eine mehr gemäßigte aber länger (2 bis 3 Wochen) anhaltende Glühhitze vor. Zinkoxyd als Zementirpulver soll bedeutend schneller wirken als Eisenoxyde, so daß angeblich mit ersterem in 40 Stunden zu erreichen wäre, was letztere nur in 8 bis 9 Tagen bewirken. — Durch das Adouciren wird der Kohlenstoffgehalt im Gußeisen beträchtlich verringert, obschon gewöhnlich etwas mehr davon zurückbleibt, als gutes Schmiedeisen enthält. Die Stücke lassen sich nun nicht nur kalt und glühend biegen, sondern sogar im Glühen unter dem Hammer ausstrecken und selbst ziemlich gut schweißen; sie sind leicht zu feilen und nehmen eine gute Politur an; glühend im Wasser abgelöscht härten sie sich wie gewöhnlich, doch meist nicht in dem hohen Grade wie Stahl. Durch Einsetzen (S. 27) können sie oberflächlich verstählt werden wie Schmiedeisen. Nach einer Untersuchung verminderte sich der Kohlenstoff eines weißen Roheisens, welches davon 3,17 Prozent enthielt, durch Adouciren auf 0,17, und durch Wiederholung desselben sogar auf 0,04 Prozent; in einem andern Falle betrug der Kohlenstoffgehalt vor dem Adouciren 2,8 Prozent, nach demselben 0,88 Proz. — Beendigt man die Operation im gehörigen Zeitpunkte, so gelingt es, das Produkt mit den Eigenschaften eines zu Schneidwerkzeugen brauchbaren (freilich nur mittelmäßigen) Stahles darzustellen; man fabrizirt auf diese Weise wohlfeile Scheren und Messer, die an Politur kaum von stählernen zu unterscheiden sind. Ein solches gegossenes und stahlartig adoucirtes Rasirmesser enthielt 2,17 Prozent Kohlenstoff.

Ein ähnlicher Erfolg wie durch das Adouciren soll ohne nachträgliche Zubereitung erzielt werden, wenn man die Gegenstände (aus weißem recht kohlenstoffarmen Roheisen) in Sand gießt, welcher stark mit Eisenoxyd (z. B. gepulvertem Blutstein) versetzt ist; zweifelsohne bleibt aber die Wirkung hier immer sehr unvollkommen.

Gegenüber dem Adouciren ist das Härten der Eisengüsse zu erwähnen, wodurch selbst der Schalenguß (S. 95) zu ersparen sein soll. Man will dasselbe bewirkt haben durch längere Behandlung der Gußsachen mit stark überhitztem Wasserdampf und darauf folgendes schnelles Abkühlen; für Stücke bis zu 15 mm Dicke soll eine Stunde hinreichen. Hier ist auch an das Härten durch Glühen und nachfolgendes Ablöschen in Salzwasser oder verdünnter Schwefelsäure zu erinnern. (S. 5.)

II. Stahlgießerei.

Im Allgemeinen wird beim Gießen des Stahles wie beim Eisenguß verfahren, nur daß man sich stets der Formen von fettem Sande oder auch wohl von Lehm bedient, welche beide von höchst feuerfester Beschaffenheit sein müssen. Es beschränkt sich aber dieser Zweig bis jetzt auf wenige Gegenstände: Walzen, Kanonen, Thurmglocken (worüber Näheres unter „Bronzegießerei"), Schalenglocken, Radkränze (*tyres*) für Eisenbahnwagen und ganze Scheibenräder, Zahnradkränze und andere große Sachen, bei welchen die bedeutende Festigkeit des sogenannten Maschinengußstahles (S. 29) zur Geltung kommt. Das Gießen von Gegenständen, an welchen Theile von sehr verschiedener und namentlich auch von geringer Dicke sich befinden, bietet Schwierigkeiten dar durch das ungleich schnelle Erkalten, welches leicht Sprünge oder Blasen zur Folge hat. — Wenn der Inhalt eines Schmelztiegels (25 bis 30 kg Stahl) zu dem beabsichtigten Gußstücke nicht ausreicht, entleert man zuerst zwei oder mehrere Tiegel in einen größeren voraus glühend gemachten Hafen und gießt aus diesem. Ist ein solcher Hafen zu groß zum Heben, so steht er unbeweglich über der Gießform (welche in der Erde versenkt ist), hat aber ein Loch mitten im Boden, aus welchem nach dem Einfüllen des Stahles der dasselbe verschließende Pfropf mittelst seines langen Stieles ausgezogen wird, sodaß der flüssige Stahl in die Form laufen kann.

Große Ambosse können so gegossen werden, daß ihre Arbeitsfläche (Bahn) aus Stahl, der übrige Körper aus Gußeisen besteht, indem man sie — die Bahn unten — in Sand formt, den Boden der Form durch eine Eisenplatte bildet, beim Gießen zuerst nur Stahl, dann kurze Zeit Stahl und Gußeisen zugleich, schließlich aber nur Gußeisen einlaufen läßt. — Zur Herstellung von Bremsklötzen für Eisenbahnwagen ist mit Vor-

theil eine Legirung von Gußeisen und Gußstahl (letzterer bis zu 50 Proz.) angewendet worden („Stahlguß"); dieselbe ist weich wie Gußeisen und besitzt noch die Eigenschaft der Härtbarkeit. — Erwähnung verdient der Gedanke, Platten und Stäbe von Stahl zwischen zwei neben einander liegenden, sich umdrehenden und durch Wasser gekühlten eisernen Walzen zu gießen, welche für Platten glatt zylindrisch, für Stäbe mit entsprechend gestalteten rings herumgehenden Furchen versehen sind [1]). — Gewöhnlich werden die großen, sehr bedeutender Festigkeit bedürftigen Gegenstände (Kanonen, Wellen ꝛc.) nicht direkt durch Guß dargestellt, sondern erhalten ihre völlige Gestalt erst durch Nachschmieden (die Radkränze durch Walzen), wodurch das Material an Dichtheit und Festigkeit gewinnt. Zum Gießen der Scheibenräder hat man den Zentrifugalguß, nämlich gußeiserne, um ihre Achse gedrehte Formen, anzuwenden versucht [2]); vergl. S. 92.

III. Messinggießerei [3]).

Es soll unter diesem Abschnitte das Gießen des Messings (Gelbgießerei), des Tombaks (Rothgießerei) und des Argentans zusammengefaßt werden, weil diese drei Metallmischungen beim Gusse durchaus einerlei Behandlung unterliegen.

Die einzigen Form-Materialien, welche hier gebraucht werden, sind Sand und Lehm. Der Sand ist in der Regel fetter (stark thonhaltiger) Sand, und die Formen werden daher getrocknet. In magerem (nassem) Sande wird nur von einzelnen Gießern hin und wieder gegossen; der alsdann angewendete Sand muß grobkörnig sein und darf nur lose geformt (nicht stark zusammengepreßt) werden, daher taugt die Methode jedenfalls nur zum Guß grober schlichter Gegenstände. Die Lehmformerei wird wegen ihrer größern Kostspieligkeit nicht häufig und fast nur dann angewendet, wenn bei größeren Gegenständen, die ein einziges Mal abgegossen werden sollen, die Herstellung eines Modelles sich nicht lohnen würde. Uebrigens kommen große Stücke in der Messinggießerei selten vor, weil man sie meist eben so brauchbar und stets mit großer Kostenersparung in Gußeisen ausführen kann: die Walzen zum Kattundrucke und die Stiefel zu Feuerspritzen sind fast die einzigen, welche ausgeführt werden können. Doch bestehen sehr oft einzelne Theile der Sandformen (insbesondere die Kerne bei hohlen Gegenständen) aus gebranntem Lehm.

A. Sandguß.

Der Formsand muß fein und gut bindend sein; die losen Klumpen, in welchen er zum Theil gegraben wird, zerstößt man, worauf der Sand gesiebt und mit Kohle (bis zu ein Viertel, selbst ein Drittel seines Volumens) gemengt, zum Gebrauch aber mäßig angefeuchtet und durchgeknetet wird (das Anmachen). Die Kohle ist gewöhnlich nicht Holzkohlenstaub, sondern Kienruß, welcher durch seine Fettigkeit und Lockerheit weniger die Bindekraft des Sandes beeinträchtigt. Sand von geringer Fettigkeit verträgt keinen Kohlenzusatz, wird dagegen wohl eher mit ein wenig Roggenmehl vermengt, um mehr Bindekraft zu erlangen. Zum Anfeuchten wählt man statt reinen Wassers lieber eine etwas klebrige Flüssigkeit, z. B. schlechtes Bier, Bierhefe oder eine Mischung aus Wasser und braunem Zuckersyrup. Sand von alten ausgegossenen Formen kann nur in Vermengung mit frischem wieder angewendet werden.

Die Modelle sind von Holz, besser von einer Mischung aus Zinn und Blei, von Hartblei (S. 45), Zink oder von Messing. Gegenstände, welche wegen ihrer Gestalt sich nicht im Ganzen gießen lassen, werden theilweise modellirt, geformt, gegossen und dann zusammengelöthet.

Das Einformen stimmt im Wesentlichen mit der Kastenformerei für den Eisenguß überein; die Behältnisse für den Sand (Flaschen, Formflaschen, Gieß-

[1]) Polyt. Journ., Bd. 149, S. 411. — Polyt. Centr. 1858, S. 1549. — Bulletin d'Encouragement 1860, p, 548. — Génie ind. XVI. 133.
[2]) Polyt. Centr. 1858, S. 731. — Polyt. Journ., Bd. 148, S. 413.
[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX. Artikel: Messinggießerei. — Larkin, The practical, brass and iron founders Guide, Philadelphia 1866.

flaschen, châssis, *flask, box, moulding box*) sind messingene, gußeiserne, schmiedeiserne [1]) oder hölzerne, länglich viereckige Rahmen, meist von 300 bis 750mm Länge, 150 bis 450mm Breite, 25 bis 100mm Höhe und 6 bis 25mm Wandstärke, deren gewöhnlich zwei (drei nur in seltenen Fällen) auf einander gesetzt werden. Eiserne Haken an den Außenseiten des einen Theiles greifen in Ringe an dem andern Theile ein, und sichern die richtige Stellung und Verbindung beider. Damit die Sandmasse in der Flasche festhält, sind die Wände auf der innern Fläche ausgehöhlt oder auch nur einfach abgeschrägt. An einer schmalen Seite sind 1, 2 oder 3 Gußlöcher, *puring holes* (zur Hälfte in jedem der beiden Theile) angebracht; von diesen Löchern aus werden Rinnen im Sande ausgeschnitten, welche nach den Formhöhlungen hinführen. Man formt nämlich, bei der geringen Größe der Gußstücke, fast immer mehrere derselben neben einander in einer Flasche. Sehr oft wird dann vom Gießloche aus eine Hauptrinne (*runner, ridge*) angelegt, von welcher seitwärts Zweige *(sprays)* in die einzelnen Formen gehen. Hierbei ist zu bemerken, daß die Seitenzweige gegen das Gießloch zurück schräg laufen sollen, damit die dem Gießloch näher liegenden Formen nicht eher sich füllen, als bis die entfernteren voll sind, um eine Zersplitterung des Messings und dadurch bewirkte zu schnelle Abkühlung desselben zu vermeiden. Das Eindrücken des Sandes in die Flasche geschieht theils mit den Händen und durch Stampfen mit einem Holze, theils durch Darüberrollen einer Kanonenkugel, in großen Gießereien wohl mit Hülfe einer hydraulischen Presse [2]). Eine zulässige Sparsamkeit ist es, nur zunächst um das Modell fein zubereiteten Sand *(facing sand)* in einer dünnen Lage einzuformen, den übrigen Raum der Flasche aber mit gröberem zu füllen. Das Zusammenkleben der beiden Sandmassen, welche in den zwei Theilen der Flasche enthalten sind, verhindert man durch Bepudern der Scheidungsfläche *(parting)* mit feinem Kohlenstaub. Fertig geformte Flaschen werden, nachdem die Modelle herausgenommen sind, am Feuer getrocknet, bis der Sand beim Kratzen mit dem Fingernagel rauscht, wieder zusammengesetzt, und zwischen Bretern in eine Formpresse (einen hölzernen Rahmen mit zwei Schrauben oder einem Keile) gebracht, wo man sie fest zusammenspannt. Die Formpresse nimmt gewöhnlich mehrere auf einander gelegte Flaschen mit einem Male auf. Sie wird in geneigter Lage hingesetzt, sodaß die Gußlöcher der Flaschen nach oben gekehrt sind; das Eingießen geschieht unmittelbar aus dem Schmelztiegel. Das Schmelzen des Messings verrichtet man in einem (gewöhnlich 12 bis 15kg fassenden) Graphittiegel, der auf dem Roste eines gemauerten Windofens steht und ganz mit Holzkohlen, Steinkohlen, oder Kokes und Torf umgeben wird. Der Regel nach setzen die Gießer ihr Messing selbst zusammen und vergießen es unmittelbar, dabei wird altes Messing und verschiedener Messingabfall gelegentlich mit eingeschmolzen; daß zum Gießereibetrieb fertiges neues Messing umgeschmolzen wird, kommt seltener vor.

Das Messing zieht sich beim Festwerden und Erkalten bedeutend zusammen (schwindet stark); und wenn dünne Stellen an einem Gußstücke vorhanden sind, so können diese abreißen, wenn der Sand der Zusammenziehung Widerstand leistet. So z. B. reißt ein Ring an wenigstens einer Stelle seiner Peripherie; bei einem Rade mi dünnen Speichen reißt wenigstens eine dieser letztern an ihrer dünnsten Stelle, wenn man nicht schnell nach geschehenem Gusse, während das Stück noch glüht, die Flasche öffnet und den Sand dort, wo er sich dem Zusammenziehen entgegensetzt (an der innern Peripherie des Ringes oder Radkranzes) wegräumt.

Der Anguß, Gießzapfen, Gießkopf (das durch Ausfüllung des Gießloches und der Gießrinne mit dem Gußstücke verbundene Metall) wird nach dem Erkalten mit der Säge abgeschnitten. Die Messinggüsse müssen fast ohne Ausnahme durch Befeilen, Abdrehen u. s. w. noch weiter ausgearbeitet werden, da sie nie weder eine glatte Oberfläche und scharfe Kanten haben, noch auch die reine gelbe (vielmehr eine angelaufene, matt röthliche oder bunte) Farbe zeigen.

[1]) Polyt. Centr. 1862, S. 1048.
[2]) Polyt. Journ. Bd. 136, S. 345. — Polyt. Centr. 1855, S. 647.

Die folgende Uebersicht enthält eine geordnete Reihe karakteristischer Beispiele, um das Einformen der verschiedensten Gußwaren, vom Leichteren und Einfacheren zum Schwierigen und Zusammengesetzten fortschreitend, zu erläutern.

a. Massive Gegenstände.

Wir verstehen hierunter nicht bloß solche, welche ohne alle Vertiefungen, Höhlungen und Oeffnungen sind, sondern rechnen dazu auch die Stücke mit weiter und wenig tiefer Aushöhlung, desgleichen dünne breite Gegenstände mit durch und durch gehenden Löchern oder Oeffnungen, weil für alle diese das Verfahren beim Einformen im Wesentlichsten gleich bleibt, wiewohl einzelne Abänderungen desselben vielfältig durch die Gestalt des Modelles geboten sind. Die Form besteht im Allgemeinen gänzlich aus dem in die Flasche eingerammten Sande, doch erfordern einige Gegenstände die Hinzufügung kleiner Nebentheile aus Lehm, welche besonders angefertigt und in den Sand eingelegt werden, wodurch schon eine Annäherung an das Formen hohler Waren Statt findet.

1) **Stücke, die wenigstens auf Einer Seite eben oder wenig vertieft, wohl auch durchbrochen sind**; z. B. eine Scheibe, ein Ring, eine Rosette oder Arabeske, ein **Leuchterfuß**. — Dies ist der nämliche Fall, wie der beim Eisen-Kastenguß unter 1) angeführte (S. 86); das Verfahren ist auch genau so, wie es dort beschrieben wurde. Haben aber flache Gegenstände eine etwas bedeutende Dicke, so werden sie nicht ganz in den Sand des einen Flaschentheiles versenkt, sondern nach der Art, wie unter (2) für runde Gußstücke beschrieben ist, in jeden Theil zur Hälfte, weil sich dann die Modelle leichter ausheben lassen. Wenn die Seite, welche beim Formen auf das Formbret gelegt wird, nicht eben, sondern vertieft ist, so füllt sich ihre Vertiefung beim Einformen der zweiten Flaschenhälfte mit Sand; es bildet sich ein Kern, der recht gut hält, wenn er von großem Durchmesser und geringer Höhe ist; für sehr tiefe Stücke, welche schon ganz eigentlich zu den hohlen, gefäßartigen gehören, wird diese Methode jedoch nicht angewendet, weil man einem hohen Kerne von Sand nicht Festigkeit genug zutrauen kann; denn das Messing fließt vom Gußloche seitwärts gegen den Kern ein, und könnte ihn durch seinen Druck leicht beschädigen, sowie er schon durch die schräge Stellung der Flasche beim Gießen Neigung zum Abbrechen erhalten würde. Auch müßte für tiefe Gegenstände die Flasche unbequem hoch sein. Dann tritt das Verfahren an die Stelle, welches unter (5) für Gefäße angegeben ist. — Viele Gegenstände, wie Rosetten und Ornamente überhaupt, **Leuchterfüße** u. dgl. werden auf der unteren oder hinteren Seite (der Leichtigkeit wegen) hohl oder vertieft gemacht. Das erste Modell, welches vom Drechsler oder Bildhauer aus Holz, vom Modelleur aus Wachs oder Gyps gemacht wird, sogleich hohl arbeiten zu lassen, wäre zu weitläufig, zu schwierig, oder der Haltbarkeit wegen nicht zulässig. Daher wendet der Gelbgießer ein Verfahren an, wodurch nach einem massiven (auf der unrechten Seite flachen) hölzernen Modelle entweder direkt ein hohler Messingguß oder ein hohles zinnernes (auch zinkenes) Modell zum weiteren Abformen gegossen werden kann *(reversing.)* Man bedarf dazu einer Flasche mit einem Untertheile (A) und zwei ganz gleichen Obertheilen (B, C). Zuerst formt man mit Untertheil (A) und Obertheil (B) das massive Modell wie gewöhnlich ein; dann eben so zum zweiten Male mit Untertheil (A) und Obertheil (C), (wobei das Modell seine Lage in A unverrückt behalten hat). Man hat nun zwei gleiche vertiefte Abdrücke von der rechten (erhabenen) Seite des Modells (in B und C). Auf das eine der Obertheile (C) setzt man nun das wieder geleerte Untertheil (A), und füllt es mit Sand, wodurch ein der rechten Modellseite gleicher, erhabener Sandabdruck entsteht. Diesen setzt man zum Gusse mit dem ersten vertieften Obertheile (B) zusammen; jedoch so, daß man zwischen die Sandflächen beider eine nach dem Umrisse des Modelles durchbrochen ausgeschnittene Pappe oder gleichmäßig ausgewalzte Thonplatte legt, deren Dicke den hohen und den vertieften Abdruck von einander entfernt hält und einen Raum bildet, der mit Metall ausgegossen wird. Das zweite Obertheil (C) wird nicht weiter gebraucht, und ist auch bei dem Ausheben des darin geformten Untertheiles beschädigt worden. — Ein etwas abgeändertes Verfahren besteht darin, daß man, wie angegeben, Sand in Sand formt, das hierdurch gewonnene Relief aber um so viel beschabt oder abkratzt, als die gewünschte Metallstärke des hohlen Abgusses betragen soll, und dann die zwei Flaschentheile A, B ohne Zwischenlage zusammensetzt. Nach einer dritten Methode formt man zuerst die Reliefseite des Modelles in Sand ab, kleidet die entstandene Vertiefung mit einer dünnen Thonplatte sorgfältig aus, setzt den andern Theil der Flasche darauf und

füllt ihn mit Sand; nach Entfernung des Thons kann zwischen beiden Sandtheilen gegossen werden.

2) Runde Stücke, d. h. überhaupt solche, welche auf keiner Seite platt sind und sich, ganz in eine Sandfläche versenkt, nicht ohne Wegbrechen von Sandtheilen wieder ausheben lassen, bei welchen aber noch vorausgesetzt wird, daß sie, nur zum Theile (bis an den größten Durchmesser, wenn man hier unter Durchmesser alle Dimensionen parallel zur Sandoberfläche verstehen will) in eine Sandmasse, und mit dem Reste in eine andere eingeschlossen, das Wiederausheben gestatten. Beispiele hiervon sind: eine Kugel, ein Zylinder, sowie alle Stücke, deren sämmtliche Querschnitte Kreise (wie unter andern eine Mörserkeule) oder ähnlich liegende Sechsecke, Achtecke u. dgl. sind. Man kann hier zerschnittene Modelle anwenden, und überhaupt ganz eben so, wie in dem beim Eisen-Kastengusse angeführten Falle 2 (S. 86) verfahren; oder, wenn das Modell nicht zerschnitten ist, befolgt man die Methode, welche beim Eisen-Kastengusse unter 4, b. beschrieben ist (S. 86). Im Allgemeinen sind manche praktische Erleichterungsmittel des Einformens sowohl als des Aushebens zu beachten; z. B. daß man ein sechs- oder achtkantiges Stück dergestalt einlegt, daß die Scheidungsfläche der Sandform (die Oberfläche des Sandes in jedem Flaschentheile) nicht durch zwei Flächen, sondern durch zwei gegenüberstehende Winkel des Sechseckes geht u. dgl. m. Nach der Weise runder Gegenstände werden selbst viele flache, aber dicke Gegenstände eingeformt. Eine Scheibe, einen Ring mit rechtwinkligem Querschnitte, wird man z. B. ebenfalls so einlegen, daß in jedem Flaschentheile die halbe Dicke versenkt ist, weil dadurch das Ausheben erleichtert wird. Ein quadratisches Stäbchen wird auf der Kante liegend eingeformt, sodaß die Theilungsfläche der Form einer der Diagonalen entspricht, weil dann das Modell leichter ausgehoben wird, und die Gußnath nicht mitten auf zwei Flächen, sondern auf zwei Kanten entsteht, wo sie leichter weggenommen werden kann. — Gewöhnlich kann in dem zuerst geformten Untertheile der Flasche der Sand nicht so fest als nöthig zusammengedrückt werden, weil das darin liegende Modell die Manipulation hindert. Man pflegt daher, wenn das Obertheil darauf gesetzt und fest geformt ist (wobei man freie Hand hat, da man auf der Außenseite der Sandmasse arbeitet), die ganze Form umzustürzen, das nun oben befindliche Untertheil der Flasche abzuheben, zu leeren, neuerdings zu füllen und endlich den Sand darin durch Bearbeitung von außen gehörig zu verdichten. Das erstmalige Füllen des Untertheiles hat hier nur dazu gedient, dem Modelle vorläufig eine Unterlage beim Formen des Obertheiles zu gewähren.

Beim Einformen sehr kleiner Gegenstände werden öfters mechanische Hülfsmittel angewendet, um das gleichzeitige Formen vieler gleicher Stücke zu erreichen. Ein Beispiel dieser Art sind die ganz von Messing gegossenen Tapeziernägel[1]), welche aus einem vierseitigen spitz zulaufenden Stifte und einem darauf sitzenden kugelsegmentförmigen (unterwärts hohlen) Kopfe bestehen. Als Modell dienen zwei auf einander gelegte Metallplatten, von welchen die eine (A) auf ihrer äußeren Fläche reihenweise runde Vertiefungen gleich der vertieften Unterseite eines Nagelkopfes, die andere (B) gerade gegenüber, und ebenfalls auf der äußeren Fläche, etwas größere Erhöhungen gleich der konvexen Oberseite eines Nagelkopfes enthält. Außerdem trägt die Platte B auf ihrer inneren Fläche spitze Stifte, welche durch Löcher der Platte A hindurch gehen und in den Mittelpunkten ihrer Vertiefungen so weit aus derselben hervorragen, als die Nagelschäfte lang sein sollen. Beim Formen liegen diese auf einander gesetzten Platten zwischen den beiden Theilen der Flasche, welche wie gewöhnlich mit Sand gefüllt werden, worauf man die Platten entfernt und die Flasche ohne sie wieder zusammensetzt. Die Gußrinnen werden durch Rippen der Platte B zugleich mit ausgespart.

3) Stücke, welche den kleinsten Durchmesser in der Mitte (genauer gesprochen: an einer Stelle zwischen dem obersten und untersten Theile) besitzen, sodaß sie sich — auch nur theilweise in den Sand eingeschlossen — gar nicht ausheben lassen. Dieser Fall stimmt wesentlich mit jenem überein, welcher beim Eisen-Kastenguß unter 9 (S. 91) vorgekommen ist, wenn man dort von der Höhlung des Mörsers absieht. Ein Beispiel, welches hierher gehört, ist eine Rolle mit Schnurlauf, d. h. mit rinnenartig ausgehöhltem Umkreise. Das Modell ist in der Mitte (wo der Schnurlauf den kleinsten Durchmesser hat) parallel zu beiden Flächen der Rolle zerschnitten. Da die Rolle in ihrem Mittelpunkte ein Loch für die Achse besitzen soll, so hat auch das Modell dieses Loch, in welches ein hölzerner Zapfen so eingeschoben wird, daß er oben und unten (das Modell liegend gedacht) hervorragt. Es besteht also das Modell überhaupt aus drei Theilen. Man bedarf hier (als seltene Ausnahme) zum Einformen und Gießen einer dreitheiligen

[1]) Polyt. Journ., Bd. 74, S. 186.

(aus drei auf einander gesetzten Rahmen bestehenden) Flasche, deren Mitteltheil gerade eben so hoch sein muß, als die Rolle dick ist. Man füllt das Untertheil mit Sand; legt darauf das Modell; setzt das Mitteltheil auf und stopft es ebenfalls mit Sand voll, der auch die Rinne auf dem Umkreise ganz ausfüllen muß; setzt endlich das Obertheil darauf und gibt wieder Sand hinein. So ist das Modell ganz im Mitteltheile eingeschlossen, und nur die Enden des Zapfens haben im Sande des Unter- und Obertheiles Vertiefungen gebildet. Hebt man das Mitteltheil allein heraus, so läßt sich aus diesem die eine Hälfte des Modelles von oben, die andere Hälfte von unten abziehen. Um das Loch der Rolle zu bilden, stellt man in die Form einen von Lehm gebildeten und gebrannten Kern, welcher an Gestalt und Größe mit dem Zapfen des Modelles übereinstimmt, und dessen Enden von den Vertiefungen im Sande des Ober- und Untertheils aufgenommen werden. Die Gußrinne führt nach dem einen Rande der Rolle; an beiden Rändern legt man, damit sie sich gut mit Messing ausfüllen, kleine Ausgangskanäle für die Luft (Windpfeifen) an. — Möglich, aber schwieriger ist es, die Rolle, mit dem nämlichen zerschnittenen Modelle, in einer gewöhnlichen zweitheiligen Flasche zu formen, indem man aus Sand einen ringförmigen Kern (Ballen) bildet, der die Rolle rund umgibt, die Nuth oder Rinne am Umkreise ausfüllt, und mit seiner Dicke halb in dem einen, halb in dem andern Flaschentheile versenkt ist. Das Wesentliche des Verfahrens ergibt sich nach diesen Andeutungen durch einiges Nachdenken von selbst, wobei nur zu beobachten ist, daß der Sandkern wegen seiner Gebrechlichkeit nicht frei gehandhabt werden kann, folglich bei jedem Aufheben in einem der Flaschentheile liegen muß.

4) Unregelmäßige Gestalten, welche sich nicht ausheben lassen, ohne viele (aber nicht zu große) Theile des Sandes wegzureißen; z. B. eine menschliche Figur, an welcher die Vertiefungen des Gesichtes, des Haarwurfes, der Gewandfalten solche Stellen sind, wo der Sand beim Ausheben wegbricht. Im Ganzen würde sich eine solche Figur oft überhaupt gar nicht einformen lassen; man gießt sie daher gewöhnlich stückweise, z. B. das eine aufgehobene Bein und die ausgestreckten Arme als drei besondere Stücke, welche nachher an den Körper angelöthet werden. Für das Modell (an welchem auch der Kopf und das eine Bein sich befindet) muß zuerst diejenige Lage gesucht werden, bei welcher die wenigsten Theile der Form durch das Ausheben zerstört werden. Man formt es in dieser Lage wie einen gewöhnlichen runden Gegenstand ein, d. h. zur Hälfte in dem Obertheile, zur Hälfte in dem Untertheile der Flasche. Dann hebt man das Modell aus, bläst den losgebrochenen Sand ab, legt das Modell wieder in die Form, und drückt an dasselbe dort, wo Lücken entstanden sind (die man noch etwas weiter ausschneidet), kleine Lehmstücke (Kerne, Keilstücke, falsche Theile, pièces rapportées, pièces de rapport, *drawback*, *false core)*, welche mit ihrer Verlängerung in dem Sande festliegen. Diese Kerne (welche auch auf gleiche Weise aus fettem Sande gebildet werden können) nimmt man sodann heraus (worauf das Modell ohne weitern Schaden für die Form weggenommen werden kann), trocknet und brennt sie, und legt sie vor dem Guffe wieder an ihre Stelle in die Form. Besser ist folgende Abänderung des Verfahrens, wobei man es in seiner Macht hat, die Kerne vollkommener auszubilden: Man füllt die betreffenden Vertiefungen des Modelles vor dem Einformen mit fettem Sande, drückt und hämmert denselben so fest als möglich hinein, formt alsdann das Modell sammt den daran liegenden Kernen in die Flasche ein. Vor dem Gusse werden die Kerne mittelst eiserner flachköpfiger dünner (40 bis 80mm langer) Drahtstifte und dicken Stärkekleisters in dem Sande der Flasche befestigt. Auf dem Gußstücke erkennt man die Umrisse der Kerne oder Hülfsstücke jedenfalls durch die in sich selbst zurückkehrenden Gußnäthe, zu welchen sie Veranlassung geben. Etwas größere Figuren werden hohl gegossen, und erfordern dann einen Kern, der eben so verfertigt und angebracht wird, wie bei andern hohlen Gegenständen (s. unten). — Bei dreieckigen Gegenständen, z. B. einem verzierten dreieckigen Leuchter- oder Lampenfuße, kann man sich durch Anwendung einer dreieckigen, aus drei Theilen zusammengesetzten Formflasche helfen, und so die Keilstücke ganz oder größtentheils ersparen.

In manchen Fällen sind Bestandtheile von Eisen oder Stahl mit Messing durch den Guß zu verbinden. So werden oft die Zeichenfedern der Reißzeuge mit ihren Stielen, messingene Zirkel mit ihren stählernen Spitzen, dadurch verbunden, daß man das Messing um den Stahl herumgießt (statt letztern in das Messing einzulöthen); Thür- und Fensterknöpfe gießt man auf ihren eisernen Schaft, messingene Knöpfe oder Haken auf geschmiedete eiserne Nägel oder eiserne Schrauben, u. dgl. m. In solchen Fällen werden die Modelle für den Guß wie gewöhnlich eingeformt; die Eisen- oder Stahltheile aber legt man dergestalt in den Sand, daß sie soweit in die Höhlung reichen, als sie vom Messing umgeben

werden müssen. Um ihre richtige Lage ohne Schwierigkeit zu erreichen, gibt man dem Modelle eine Verlängerung von gleicher Gestalt, welche die nöthige Vertiefung im Sande ausspart. Größere Massen von Messing um dicke Eisenstücke herumzugießen, gelingt nicht leicht, weil das Messing bei seinem Bestreben, sich im Erkalten zusammenzuziehen, durch das Eisen gehindert wird, und daher zerreißt. Man muß wenigstens das Eisen unmittelbar vor dem Gusse heiß in die Form legen, damit es sich ebenfalls zusammenzieht.

b. Hohle Gegenstände (Kernguß).

Messingwaren werden hohl gegossen entweder bloß um der Leichtigkeit und Metallersparung willen (z. B. Leuchter, und manche andere Gegenstände), oder weil der Zweck eine Höhlung nöthig macht. In jedem Falle erfordert ein hohler Gegenstand einen **Kern** (noyau, *core*), der von sehr fettem Sande oder, größerer Haltbarkeit wegen, von Lehm gebildet, getrocknet und dann im Feuer erhitzt (gebrannt) wird, um alle Feuchtigkeit zu verlieren und Festigkeit zu erlangen. Zur Verstärkung der Kerne bringt man im Innern derselben gerade oder verschiedentlich gebogene eiserne Drähte, Stäbchen, Blechstreifen rc. an. Die Verfertigung der Kerne geschieht entweder (wenn sie von ganz einfacher Gestalt sind) aus freier Hand, oder durch Einkneten des Lehms in die Höhlung des Modelles, oder in besonderen, zweitheiligen Formen von Holz, Gyps, gegossenem Zink oder Messing (**Kerndrücker, Kernkasten**, boîte à noyau, *core box*); wenn sie groß und rund sind und aus Lehm bestehen, durch Abdrehen mit einer Schablone in der Drehlade (S. 94). Das Modell bedarf nur dann der für das Gußstück vorgeschriebenen Höhlung, wenn es auch zur Bildung des Kernes dienen soll; in allen andern Fällen ist es massiv und hat bloß die äußere Gestalt des Gußstückes. Der Kern erfordert jedes Mal eine Unterstützung im Sande der Form, damit er seine Stelle behauptet und ringsum den gehörigen Raum leer läßt. Man erreicht diesen Zweck, indem man dem Kerne eine oder mehrere Verlängerungen gibt, die im Sande außerhalb der Formhöhlung aufruhen. Diese Verlängerungen, sowie die Vertiefungen im Sande, worin sie liegen, werden **Lager, Kernlager** (*print, core-print*) genannt. Das Modell, mit dem die äußere Gestalt eingeformt wird, muß (vorausgesetzt, daß man nicht den Kern selbst, mit dem Modelle zugleich, einformt) den Kernlagern gleich gestaltete Ansätze (**Kernmarken**, portée, *core-print*) haben, welche die Vertiefungen im Sande vorbereiten, worein man nachher den Kern legt. Der Kern muß oft an dem Lager mit einem Zeichen (z. B. mit einer Kerbe) versehen werden, welches sich im Sande abdrückt, damit die richtige Lage des Kernes in der Form leicht wiedergefunden werden kann. Häufig müssen die Kerne aus dem Gusse zerbröckelt herausgestochen werden, besonders wenn die Höhlung im Innern weiter ist, als an der Mündung; damit in solchen Fällen auch das eiserne Kerngerippe leicht entfernt werden kann, versieht man die Theile desselben mit mehreren eingefeilten Kerben oder Sägeneinschnitten, wodurch es am Schlusse bequem in Stücke sich zerbrechen läßt.

aa. Hohle Stücke mit einer einzigen Mündung.

Da bei solchen der Kern nur an einer Seite aus der Höhlung der Form hervorragen, folglich ein einziges eigentliches Lager haben kann, so muß letzteres nicht zu klein und immer dermaßen schwerer als der Kern selbst (d. h. der in der Höhlung des Sandes frei schwebende Theil desselben) sein, daß bei der horizontalen oder schrägen Lage kein Senken oder Kippen stattfinden kann. Bei sehr langen Kernen sucht man noch überdies durch andere Unterstützungen, welche nicht eigentlich Kernlager genannt werden können, zu Hülfe zu kommen.

5) Ein **Mörser** gibt die Norm des Verfahrens für alle ähnlich gestalteten nur an einem Ende offenen Gegenstände, deren Kern durch ein Lager allein schon hinlängliche Unterstützung erhält. Das Modell hierzu ist am besten von Zinn, recht glatt aus- und abgedreht. Man bildet in der Höhlung desselben den Kern, den man außerhalb aus freier Hand mit einem hinreichend schweren Lager versieht. Der Kern wird gebrannt, wieder in das Modell eingeschoben und sammt diesem, wie ein einziges Stück (nach Beispiel 2, S. 103) in der zweitheiligen Flasche geformt, worauf man beide mit einander aushebt, das Modell

beseitigt, den Kern aber wieder einlegt und die Flasche schließt. Es versteht sich von selbst, daß der Mörser beim Formen so gelegt werden muß, daß die Scheidungsfläche der Form mitten über die Henkel oder Griffe hinläuft, diese also zur Hälfte in dem Obertheile, zur Hälfte in dem Untertheile der Flasche eingesenkt sind.

Daß das Verfahren der Eisengießer, unter Anwendung gehörig hoher Formflaschen, Gefäße stehend zu gießen (S. 88 bis 91), auch hier brauchbar ist, versteht sich von selbst.

6) Ein hohles Plätteisen liefert ein Beispiel eines langen Kernes, der außer seinem Lager noch einer Unterstützung bedarf. Das Modell ist von Messing und in der Mitte, parallel mit den Böden, durchschnitten, enthält im obern Boden den Spalt für den Schieber und zwei runde Löcher zur Befestigung der Griffstangen, außerdem ein kleines Loch an der Spitze in der Höhe des Schnittes. Dazu gehören noch eine Eisenplatte (A), ungefähr von der Größe und Gestalt des Schiebers, welche in den Spalt paßt, und zwei etwas konische eiserne Zapfen (B) von etwa 25 mm Länge, an Durchmesser den beiden Löchern im Oberboden gleich. Mit einem so vorgerichteten Modelle kann das Plätteisen auf zweierlei Weise eingeformt werden, je nachdem man die Löcher im obern Boden mit gießen will, oder nicht:

a) Wenn die zwei Löcher schon beim Gusse entstehen sollen. Man drückt den Kern aus Lehm zwischen den beiden Hälften des Modelles, dessen Höhlung auf diese Weise ganz ausgefüllt wird, und außerdem verlängert man den Kern an seinem breiten Ende (welches der Oeffnung des Plätteisens entspricht), um das Lager zu bilden. Vor Bildung des Kernes hatte man in die Löcher des obern Bodens am Modelle die zwei eisernen Zapfen (B) gesteckt, so daß sie außen wenig, innen mehr vorragten; und ferner war die eiserne Platte (A) in den Spalt des obern Bodens eingeschoben worden, sodaß sie hauptsächlich außerhalb des Modelles blieb. Mithin sind die Zapfen in den Kern eingeschlossen worden, und ragen, nachdem man Letztern aus dem geöffneten Modelle genommen hat, aus demselben nur um wenig mehr hervor, als die Metalldicke des Gusses beträgt. Den gebrannten Kern umgibt man wieder mit dem Modelle und formt ihn sammt demselben ein, zur Hälfte in jedem Theile der Flasche. Wird sodann das Ganze ausgehoben und der Kern allein wieder eingelegt, so wird letzterer, nach dem Schließen der Flasche, von den Zapfen (B), welche in dem Sande ruhen, sowie von der Platte (A), welche im Sande der Form eingeschlossen ist und den Kern berührt, nach Erforderniß getragen und unterstützt. Man bestreicht diese Theile dünn mit Lehm, damit das Messing, welches im Herumfließen um dieselben den Spalt und die zwei runden Löcher bildet, sich nicht anhängt.

b) Wenn die Löcher nicht mit gegossen, sondern erst nachher gebohrt werden sollen. Der Kern wird auf obige Weise gebildet, nur daß man nicht die Zapfen (B), sondern bloß die Platte (A) einlegt. Dagegen läßt man einen etwas starken Eisendraht aus dem Kerne durch das kleine Loch an der Spitze des Modelles herausragen. Das übrige Verfahren ist wie im ersten Falle. Der (im Sande der Form aufliegende) Draht an der Spitze des Kernes unterstützt denselben wie ein zweites Lager, bildet aber ein kleines Loch im Gusse, welches zugelöthet werden muß.

bb. Hohle Stücke mit zwei oder mehreren Oeffnungen.

Da bei diesen der Kern an mehr als einer Stelle aus der Formhöhlung hervortreten kann und sogar muß, so erhält er eben so viele Lager, mittelst deren er vom Sande getragen wird.

7) Ein Rohr oder ein hohler Zylinder. — Das Modell ist ein massiver Zylinder, und wird nach 2) eingeformt. Es muß an seinen Enden zwei Verlängerungen (Kernmarken) besitzen, welche in dem Sande Vertiefungen zum Einlegen des Kernes aussparen. Letzterer wird aus freier Hand oder in einem Kerndrücker, wenn er groß ist auf der Drehlade, verfertigt. — Man kann aber auch nach den beim Eisen-Kastengusse unter 7) angegebenen ersten beiden Methoden verfahren, indem man entweder den Kern aus Lehm in dem hohlen, zweitheiligen Modelle selbst bildet, oder ein in zwei Theile zerschnittenes massives Modell gebraucht.

8) Der Schaft eines geschweiften Leuchters, als Beispiel eines verschieden profilirten (nicht glatt zylindrischen) Rohres. — Soll derselbe im Ganzen gegossen werden, so bedarf man dazu eines massiven (ganzen oder zweitheiligen) Modelles, an den Enden mit zwei zylindrischen Ansätzen, welche die Kernmarken darstellen, und eines gypsenen zweitheiligen Kerndrückers. In den Kern wird ein gerader, von dem einen Ende bis zum andern reichender Eisendraht eingeschlossen, um dem langen und dünnen Körper Festigkeit zu verleihen. Das Verfahren ist, wie vorstehend bei 7) angegeben wurde. Meistentheils werden solche Leuchterschäfte in zwei — von einem durch die Achse gehenden Längen-

schnitte getheilten — Hälften gegossen, die man nachher zusammenlöthet. In diesem Falle sind zwei Modelle, jedes einer solchen hohlen Hälfte gleich, erforderlich, die man ohne Lehmkern, nach Beispiel 1 (S. 102) einformt.

9) Eine messingene Schraubenmutter zu einer eisernen Preßschraube. — Das Gewinde einer solchen Mutter wird zwar am besten eingeschnitten; wenn es aber mit dem Körper der Mutter zugleich gegossen werden soll, so verfährt man auf folgende Weise. Das Messing unmittelbar über die als Kern eingelegte eiserne Schraube zu gießen, führt nicht gut zum Ziele, weil das Messing durch seine starke Zusammenziehung beim Erkalten entweder zerreißt (S. 101), oder wenigstens sich so festsetzt, daß man die Schraube nicht wieder in der Mutter losdrehen kann. Wollte man, um dem abzuhelfen, die Schraube stark mit Lehm bestreichen, so würde man Gefahr laufen, eine Mutter zu erhalten, die wegen zu großer Weite schlecht auf die Spindel paßt. Am besten ist es daher, als Kern eine Schraube von Lehm anzuwenden. Das Modell besitzt die äußere Gestalt der Schraubenmutter, aber ein glattes, rundes Loch; und in letzterem steckt ein Zylinder, dessen hervorragende Enden die Kernmarken darstellen. Man formt das Ganze wie jeden andern runden Körper (nach 2, S. 103) ein; legt in die Höhlung als Kern die eiserne, dünn mit Lehmwasser bestrichene Schraube und gießt darüber eine Mutter von Blei, welche natürlich das Gewinde der Schraube bekommt. Die eiserne Spindel läßt sich leicht wieder herausschrauben, indem das Blei nur wenig schwindet, sich folglich nicht fest ansetzt. In die Oeffnung der bleiernen Mutter knetet man Lehm, den man noch außerhalb an beiden Enden zu zylindrischen Verlängerungen ausbildet, um die Lager zu erzeugen. Wird diese Lehmschraube, welche unbeschädigt nicht herausgeschraubt werden könnte, nach dem Trocknen im Feuer gebrannt, so schmilzt das Blei weg. Das Modell der Mutter wird nun zum zweiten Male eingeformt, in die Höhlung aber die Lehmschraube als Kern gelegt und Messing herumgegossen, wobei der Lehm dem Drucke des sich zusammenziehenden Messings hinreichend nachgibt. Da der Kern sich beim Brennen etwas verkleinert hat, so ist auch die gegossene Mutter ein wenig zu eng für die eiserne Schraube; sie kann daher und muß sogar entweder nachgeschnitten oder wenigstens ausgeschmirgelt werden, wodurch sie im Gewinde mehr Glätte erhält. — Ein in mehreren Hinsichten abgeändertes Verfahren ist folgendes: Man umwickelt die eiserne Schraubenspindel (zu welcher die Mutter verfertigt werden soll) sowohl auf dem hohen als in dem tiefen Gewindgange mit einem Streifchen dünner Pappe, welches durch Aufkleben oder mittelst eines herumgelegten feinen Drahtes befestigt wird, gießt um die so vorbereitete Schraube, indem man sie in eine hölzerne Büchse stellt, aus Blei eine Mutter von der erforderlichen äußern Gestalt, zerschneidet diese Bleimutter in zwei Hälften, ersetzt das durch den Sägenschnitt Weggefallene durch dazwischen gelegte Pappstücke und bringt das Blei so wieder in die Holzbüchse, gießt jetzt darin (über einem Eisenstäbchen als Achse) den Kern aus einem Brei von Gyps, Ziegelmehl und Wasser, formt Bleimutter und Kern zusammen in Sand ein, beseitigt die Mutter, und gießt endlich in die mit dem Gypskern versehene Sandform das Messing. Das hölzerne Mutter-Modell ist demnach hierbei überflüssig und die Bleimutter kann mehrmals gebraucht werden. Die anfängliche Umwindung der eisernen Schraube mit Pappe erleichtert nicht nur die Trennung derselben von der Bleimutter, sondern macht auch, daß schließlich die messingene Mutter unbedeutend zu eng wird, und nur eines geringen Nachschneidens ihres Gewindes (mit einem Gewindebohrer oder auf der Drehbank) bedarf.

10) Der Schlüssel (konische, umzudrehende Zapfen) eines Faß-Hahnes. — Dieses Stück ist ein abgestutzt-kegelförmiger Körper mit einem Querstücke als Griff und mit einer quer durch den Kegel gehenden Oeffnung. Das Modell ist massiv und dem Gußstücke gleich, bis auf zwei noch hinzugefügte flache, lappenförmige Ansätze zu beiden Seiten des Kegels. Diese Lappen machen beim Einformen zwei Vertiefungen (Lager) im Sande, in welchen die Enden des Kerns Unterstützung finden. Der Kern wird in einer zweitheiligen Gypsform verfertigt. Es versteht sich von selbst, daß beim Einformen das Modell so gelegt werden muß, daß die Achse des Quergriffes mit der Scheidungsfläche der Form in einerlei Ebene kommt. Uebrigens ist das Verfahren wie beim Formen eines jeden runden Körpers.

11) Ein Faßhahn. Die bekannte Gestalt desselben bietet eine kreuzförmige Höhlung mit vier Oeffnungen dar; dem zufolge hat auch der Kern vier Lager. Im Uebrigen stimmt das Einformen des massiven Modelles und die Bildung des Kernes in dem gypsenen Kerndrücker mit dem überein, was in den vorigen Beispielen (8, 10) vorgekommen ist. — Kleine Hähne zu Theemaschinen und dergl. erhalten als Kern einen gehörig gebogenen, nur dünn mit Lehm umkleideten Eisendraht; oder man gießt sie ohne Kern in zwei Hälften, welche nachher zusammengelöthet werden (wie den Leuchterschaft S. 106, Nr. 8 zu Ende).

12) Das Gehäuse eines Brunnen-Ventiles. — Es kommt hier der ziemlich seltene Fall eines hohlen Kernes vor. Das Gehäuse ist nämlich ein in der Mitte etwas ausgebauchter, an beiden Enden offener Zylinder, in dessen Höhlung sich das Kreuz (eine gerade, im Durchmesser angebrachte Spange) befindet, welches den Stiel des Ventiles bei seinem Auf- und Niederspielen leitet. Das Modell ist massiv, wie beim Formen eines hohlen Zylinders (Beisp. 7), und wird auf dieselbe Weise — halb in jedem Theile der Flasche — abgedrückt. Auch die Bildung des Kerns geschieht auf die gewöhnliche Weise in einem zweitheiligen Kerndrücker. Der einzige Unterschied besteht darin, daß man bei der Verfertigung des Kernes quer durch denselben ein von Blei gegossenes Modell des Kreuzes einlegt. Beim Brennen des Kernes schmilzt dieses aus und läßt die Höhlung im Kerne zurück, welche sich beim Gusse ebenfalls mit Messing füllt. Das Ventil selbst, welches in ein solches Gehäuse gehört, hat die Gestalt einer kreisrunden Scheibe, welche auf der einen Fläche schalenartig vertieft, im Mittelpunkte der andern Fläche mit einem geraden zylindrischen Stiele versehen ist. Das Formen desselben geschieht mit Hülfe eines Lehmkernes, der die Vertiefung bildet, wie beim Mörser (Beisp. 5); denn in der That darf man sich nur den Mörser sehr klein und seicht, von den Henkeln befreit und dagegen mit einer stielartigen Fortsetzung am Boden versehen denken, um im Wesentlichen genau die Gestalt des Ventiles zu erhalten.

B. Lehmguß.

Der Lehm wird zum Messingguß eben so zubereitet, wie für die Eisengießerei (S. 93). Auch das Verfahren beim Formen und bei der Vollendung der Formen für den Guß ist wie dort.

1) Eine hohle Walze zum Kattundruck, welche in der Druckmaschine auf eine eiserne Achse geschoben wird. Der zylindrische Kern und das Hemd (die Metalldicke) werden auf einer Drehlade über einer horizontalen Spindel (S. 94) mit einem geraden Drehbrete durch Abdrehen gebildet; den Mantel macht man aus freier Hand, nimmt ihn in zwei Theile (nach der Richtung der Achse) zerschnitten ab, entfernt das Hemd, setzt den Mantel über dem Kern (nachdem beide gebrannt sind) wieder zusammen, verstreicht die Fugen mit Lehm, stellt die Form aufrecht in die Dammgrube, und umstampft sie mit Erde. Das Eingießen des Messings geschieht nicht von oben durch den offenen Raum zwischen Kern und Mantel, sondern (um die Einmengung von Schlacken und Luftblasen in den Guß zu vermeiden) mittelst des Steigrohres, d. h. durch eine in der Masse des Mantels angelegte, bis an den Fuß der Walze hinabgehende und dort in die Formhöhlung mündende Röhre, sodaß das Metall von unten aufsteigt und sowohl die Luft vollständig entweichen, als alle (beim Schmelzen des Messings entstandene) Schlacke sich auf der Oberfläche sammeln kann (vergl. S. 96). Man gießt die Walze länger als man sie braucht, und sägt das oberste Ende ab, welches nur dazu gedient hat, durch seinen Druck, so lange es flüssig war, das Uebrige zu verdichten, um Poren in der Walze zu vermeiden.

2) Stiefel und Windkessel einer Feuerspritze. Es wird hier angenommen, daß der Windkessel, gleich den Stiefeln, aus Messing gegossen werde; wiewohl man ihn in der Regel aus Kupferblech verfertigt. Jeder der beiden (einander ganz gleichen) Stiefel ist ein hohler, an beiden Enden offener Zylinder, der nahe an einem (dem untern) Ende ein rechtwinklig angesetztes kurzes Rohr (zum Uebergange des Wassers in den Windkessel) besitzt. Man verfertigt auf der Drehlade mittelst Schablonen zuerst den Kern und darüber das Hemd des Stiefels sowohl als des Seitenrohres, setzt letzteres an den Stiefel fest an, und bildet über das Ganze aus freier Hand den Mantel, der nachher in zwei Hälften so zerschnitten wird, daß der Schnitt mitten über das Seitenrohr geht. Der Kern besitzt drei Lager, womit er in Vertiefungen des Mantels ruht; nämlich zwei an den beiden Oeffnungen des Stiefels und das dritte an der äußern Mündung des Seitenrohres. Den Einguß bringt man am obersten Ende des Stiefels an, der also aufrecht stehend gegossen wird. — Der Windkessel hat ungefähr die Gestalt eines Bienenkorbes, ist am weiten (untern) Ende mit einem Boden geschlossen und hat in der Nähe dieses Bodens drei seitwärts gehende kurze Ansatzröhren: zwei einander gegenüber zur Aufnahme der Seitenröhren der Stiefel; eine dritte, um 90 Grad des Umkreises von den vorigen entfernt, zum Ausspritzen des Wassers. Der Körper des Windkessels und die drei Rohrstücke werden (Kern und Hemd) einzeln auf der Spindel der Drehlade mit Schablonen verfertigt, dann zusammengesetzt, worauf man über das Ganze aus freier Hand den Mantel formt. Der Schnitt dieses letzteren wird so gelegt, daß er mitten über die beiden, einander gegenüber

stehenden Seitenröhren geht. Der Kern hat vier Lager, wovon drei den drei Seitenröhren entsprechen, und das vierte an der Spitze oder dem Gewölbe des Hauptkörpers angebracht ist. An diesem letzteren Punkte entsteht dem zu Folge ein Loch im gegossenen Windkessel, welches später mit einer Messingscheibe verlöthet wird. Man gießt den Windkessel umgestürzt, und bringt folglich den Einguß und zwei Löcher (Windpfeifen) zum Entweichen der Luft am Boden an.

(Wenn Spritzen-Stiefel in Sand geformt werden, was meist geschieht, so gleicht das Verfahren sehr demjenigen, welches für den Hahn — S. 107, Beispiel 11 — angewendet wird; denn in der That ist die Gestalt des Stiefels von der des Hahnes im Wesentlichen nur durch den Mangel der vierten Oeffnung verschieden. Man bedarf also eines massiven hölzernen Modelles, welches die äußere Gestalt des Stiefels und noch überdies drei den Oeffnungen entsprechende Verlängerungen — Kernmarken — hat, und formt dasselbe auf die für runde Stücke gewöhnliche Art in der zweitheiligen Flasche dergestalt ein, daß die Scheidungsfläche zwischen den beiden Sandkörpern durch die Achse des Stiefels und seines Seitenrohres geht. Der Kern wird in zwei Theilen — für den Stiefelkörper selbst und für das Seitenrohr — auf der Drehlade aus Lehm verfertigt, zusammengesetzt und nach dem Brennen in die Sandform gelegt).

Zur Herstellung kleiner Gußstücke, an deren Dichtheit man besondere Anforderungen stellt, ist eine Gießmaschine in Gebrauch gekommen, bei welcher das Metall unter starkem Druck in die (aus gebranntem Thon hergestellte) Form eingeführt wird [1]).

Messinggußwaren überhaupt müssen so glatt und rein und so gut ausgegossen als möglich sein, wenngleich das Messing niemals eben so scharfe Güsse liefern kann, als das Eisen; die Gußnäthe sollen nicht zu grob, und ausgeflossene Theile, welche eine beschädigte Form anzeigen, dürfen nicht vorhanden sein; endlich muß das Metall dicht, ohne sichtbare Poren und ohne eingemengte Oxyd- oder Schlackentheile sein. Weiße Flecken, welche eine ungleiche Vermischung des Zinkes mit dem Kupfer, oder ausgeschiedenes Blei beurkunden, sind ein sehr arger Fehler, der ohne die größte Nachlässigkeit beim Zusammenschmelzen und Umrühren des Metalles nicht vorkommen kann.

IV. Bronzegießerei.

Die Bronze wird gleich dem Messing entweder in fettem (ausnahmsweise in magerem Sande oder in Lehm gegossen. Die Zubereitung der Formen und alles Uebrige würde ganz mit den Verfahrungsarten und Hülfsmitteln der Messinggießerei übereinstimmen, und jede nochmalige Auseinandersetzung wäre überflüssig, wenn nicht gerade aus Bronze einige Gegenstände gegossen würden, die man aus Messing niemals oder nur in seltenen Fällen verfertigt und welche zum Theil besondere Verfahrungsarten erfordern. Nur über diese Gegenstände soll daher das Nöthigste angeführt werden.

A. Sandguß.

1) Schellen. Die größeren (nicht aus Blech verfertigten) Schlittenschellen werden aus Glockenmetall (zuweilen aus Messing, auch aus Argentan) gegossen. Man formt sie in einer gewöhnlichen zweitheiligen Flasche. Das Modell ist eine massive, in der Mitte durchschnittene Kugel, welche an der Stelle, wo der Spalt der Schelle entstehen soll, einen Ansatz oder Vorsprung besitzt, durch welchen sich, wenn die Kugel eingeformt wird, das Kernlager im Sande bildet. Man legt die halben Modelle von so vielen Schellen, als auf einmal geformt werden sollen, mit den Schnittflächen auf ein Formbret, setzt den einen Theil der Flasche darüber und füllt diesen ganz mit Sand. Dann wird mit Hülfe des Bretes die Flasche umgekehrt; auf jedes Modell wird die zweite Hälfte desselben gesetzt, der zweite Theil der Flasche hinzugefügt und gleichfalls vollgeformt. Nach dem Herausnehmen der Modelle und dem Trocknen der Form, legt man die Kerne mit ihren Lagern in die dazu bestimmten Vertiefungen des Sandes und gießt. Die Kerne sind kugelförmig mit einem Lager, welches zunächst an der Kugel nur so breit und dick sein darf, als die Länge und Breite des Spaltes in der Schelle gestattet; man macht sie

[1]) Polyt. Journ., Bd. 198, S. 201. — Polyt. Centr. 1870, S. 577.

aus Lehm oder sehr fettem Sande in einem Kerndrücker, wobei man ein kleines Eisenstück in ihre Masse einschließt, trocknet und brennt sie. Aus den gegossenen Schellen wird der Kern durch den Spalt herausgestochen, das lose Eisenstückchen aber bleibt darin zurück, um beim Schütteln den Ton hervorzubringen.

In die Schelle werden nachher zwei kleine runde Löcher gebohrt; diese können aber gleich beim Gusse mit erzeugt werden, wenn man an diesem Punkte dem Kerne zwei kleine Zapfen giebt, welche in den Sand der Form hineinreichen und durch einen quer durch den Kern gesteckten Eisendraht gebildet werden. Man gießt wohl auch die Schellen ohne den Spalt (der nachher eingeschnitten wird), bloß mit vier Löchern, von welchen zwei die Enden des Spaltes bezeichnen. In diesem Falle erhält der Kern kein Lehmlager, sondern ist bloß ein kugelförmiger Körper, durch welchen — rechtwinklig gegen einander — zwei lehmbestrichene Eisendrähte gesteckt werden, um mittelst ihrer herausragenden Enden die Löcher auszusparen und den Kern in der Sandform zu stützen.

Will man das immer erneuerte Einformen in Sand umgehen, so können die Schellen auch in einer (dreitheiligen) Form von Eisen oder Bronze gegossen werden, in welche jedes Mal ein neuer, aus fettem Sande gebildeter Kern gelegt wird [1]).

2) Kleine Glocken, Klingeln (Tisch- und Haus-Glocken). Man gießt sie aus Glockenmetall, aber auch aus anderen Metallmischungen in zweitheiligen Flaschen, deren Höhe sich nach der Höhe der Glocken richtet, und zwar jederzeit stehend, wobei der Einguß senkrecht durch den Sand des oberen Flaschentheiles hinabgeht. Entweder ist dann die Glocke aufrecht (mit der Oeffnung nach unten) im Obertheile eingeformt, das Metall fließt mitten auf der Haube (dem Gewölbe) der Glocke ein, und der Sand im Untertheile dient nur als Träger des Kernes; oder die Glocke wird gestürzt (die Mündung nach oben) in dem Untertheile geformt, und das Obertheil enthält, nebst dem frei herabhängenden Kern, nur den Einguß, der sich in drei, nach verschiedenen Stellen des Glockenrandes führende Zweige zertheilt. Bei dieser Methode ist man des völligen Ausgießens der Form sicher. Uebrigens besteht in beiden Fällen der Kern nicht aus Lehm, sondern aus dem in die Flasche geformten Sande selbst [2]).

a. Einformen der Glocke im aufrechten Stande. Das Verfahren ist für diesen Fall genau so, wie es bei dem Eisen-Kastenguß, unter 8) für einen geraden (nicht bauchigen) Topf angegeben wurde (S. 90), wenn man nur berücksichtigt, daß die Stellung, welche beim Topfe umgestürzt genannt wird, bei der Glocke die aufrechte ist. Soll der Klöppel oder der zum Einhängen desselben dienende Ring gleich beim Gusse befestigt werden, so schließt man ihn in den Kern ein und läßt nur so viel davon hervorragen, als von dem Metalle umflossen und eingehüllt werden muß.

b. In umgestürzter Stellung. Man setzt das Glockenmodell mit der Mündung auf das Formbret, innerhalb des Untertheiles der Flasche, stampft letzteres voll Sand, kehrt es um, stellt auf den innern Rand des (nun die Mündung nach oben kehrenden) Modelles drei zylindrische Messingstäbchen, welche sich gegen einander neigen und oben durch einen messingenen Kopf vereinigt werden, setzt das Obertheil der Flasche auf und füllt dasselbe ebenfalls mit Sand, der zugleich den Kern bildet. Hebt man das Modell aus und zieht auch die Messingstäbchen aus dem Sande, so bilden letztere den schon oben erwähnten dreifachen Einguß.

3) Kanonen [3]). Die bronzenen Kanonen werden jetzt, gleich den eisernen, und ganz auf dieselbe Weise wie diese (S. 93) in fettem Sande, mit Anwendung gußeiserner Formkästen, gegossen. Das (der Leichtigkeit wegen hohle) gußeiserne Modell ist, rechtwinklig gegen die Achse, in mehrere Theile zerschnitten, deren jeder von zwei Formkästen (von jedem zur Hälfte des Durchmessers) eingeschlossen wird. Alle Formkästen haben breite Ränder (Flanschen), mit deren Hülfe sie aneinander gesetzt und vereinigt werden. Beim Formen wird das Modell aufrecht gestellt, vom zweitheiligen Formkasten umgeben; dann stampft man in den Zwischenraum den Sand von oben her ein. Für die Schildzapfen sind besondere Seitenkästen angesetzt. Eines Kernes bedarf die Kanonenform nicht, indem der rohe Guß massiv hergestellt und dann erst ausgebohrt wird. Das dickere Ende der

---

[1]) Brevets, T. 71, p. 309.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Glocken.

[3]) Monge, Description de l'Art de fabriquer les Canons, Paris. An. II. — Coquilhat, Cours élémentaire sur la fabrication des bouches à feu en fonte et en bronze, et des projectiles, d'après les procédés suivis à la fonderie de Liège. Première partie, fonte des canons. Liège, 1856.

Kanonen, mit der Traube, ist bei der aufrechten Stellung, welche die Form zum Gusse haben muß, unten; auf das obere Ende wird noch eine bedeutende Verlängerung aufgesetzt, durch welche ein dicker und hoher Gießzapfen (der sogenannte verlorene Kopf, masselotte, *dead-head*) entsteht, der nur zur Verdichtung des Metalles in der Kanone selbst und zur Aufnahme von Schlackentheilen rc. dient, und vor dem Ausbohren abgesägt wird. Die Schmelzung des Kanonengutes geschieht auf dem Herde eines großen Flammofens, aus dessen Stichloch das Metall durch eine Rinne in die Formen läuft.

B. Lehmguß.

1) Große Glocken (Thurmglocken)[1]. Man formt dieselben jederzeit in Lehm, wegen der größeren Festigkeit dieses Materials, verglichen mit selbst fettem Sande. Die Herstellung der Form stimmt in den Hauptpunkten ganz mit dem Formen großer Kessel für den Eisenguß überein (S. 90); der Glockengießer hat aber bei der Verfertigung seiner Schablonen oder Drehbreter auf die eingeführten und durch die Erfahrung bewährten Verhältnisse der Dimensionen Rücksicht zu nehmen.

Die Größe einer Glocke bestimmt ihren Ton, der desto höher, je kleiner die Glocke ist; die Verhältnisse der einzelnen Abmessungen unter einander stimmen bei gut ausgeführten Glocken gewöhnlich bis auf geringe Abweichungen überein. Den größten Durchmesser besitzt die Glocke an ihrer Mündung, und die größte Metallstärke an dem Schlage oder Kranze (bord), d. i. an jenem Umkreise, gegen welchen der eiserne Klöppel, Schwengel (battant, *clapper*) beim Läuten schlägt. Die Dicke am Schlage pflegt in der größten Weite 15 Mal und in der Höhe 12 Mal enthalten zu sein. Die Metalldicke und der Durchmesser nimmt vom Schlage bis zur halben Höhe ab; in der obern Hälfte der Glocke beträgt die Metallstärke nur ein Drittel des Schlages, und die Weite nur die Hälfte der Weite an der Mündung. Das oberste geschlossene Ende der Glocke heißt die Haube oder die Platte (cerveau); darauf stehen die, mit der Glocke aus einem Ganzen gegossenen Henkel, anses (die Krone), woran die Glocke aufgehangen wird. Die Glocken eines vierstimmigen Geläutes geben den Grundton, die Terz, Quinte und Octave an; ihre Durchmesser verhalten sich wie die Zahlen 2, $1^3/_5$, $1^1/_3$, 1; ihre Gewichte nahe wie 8, $4^1/_{10}$, $2^4/_{10}$, 1[2]. Man findet sehr nahe das Gewicht einer in mittlerer Stärke angefertigten bronzenen Glocke in Kilogrammen, wenn man ihren in Centimetern ausgedrückten Durchmesser (am äußersten Rande genommen) zur dritten Potenz erhebt und mit 0,00057 multiplicirt; umgekehrt den Durchmesser in Centimetern, wenn man das Gewicht in Kilogrammen durch 0,00057 dividirt und aus dem Quotienten die Kubikwurzel zieht.

Man legt die Glockenformen in der dicht vor dem Schmelzofen befindlichen Dammgrube (fosse) an, welche tief genug sein muß, damit die fertige Form nicht aus derselben hervorragt. Die Mündung der Glocke ist beim Formen und Gießen nach unten gekehrt. Auf der für den Mittelpunkt der Form bestimmten Stelle wird ein Pfahl (piquet) eingeschlagen; rund um diesen führt man zuerst ein ringförmiges gemauertes Fundament (meule) und darüber den hohlen ebenfalls gemauerten Kern (noyau) auf, der nur äußerlich mit Lehm bekleidet wird. Auf ein quer über den Pfahl gelegtes und in den Kern vermauertes Eisen (Grenzeisen, crapaudine) stützt man eine senkrechte eiserne Spindel, deren oberes Ende in einem horizontal über der Grube liegenden Balken läuft. An der Spindel wird die Schablone, échantillon (ein gehörig nach dem innern Profile der Glocke ausgeschnittenes Bret) befestigt, welche, im Kreise um den Kern herumgeführt, den Lehm-Ueberzug desselben abdreht, glatt macht und ihm die richtige Gestalt giebt, indem sie den überflüssigen Lehm abstreicht. Um den Kern auszutrocknen, macht man Feuer in demselben an. Der fertige Kern wird mit einer Brühe von gesiebter Asche und Wasser bestrichen (geäschert, cendré), damit das Hemd oder Modell (die Dicke) nicht fest daran haftet. Das Modell (modèle, fausse-cloche) ist eine Lehmbekleidung, deren Dicke und äußere Gestalt völlig mit jenen der Glocke übereinstimmen, während durch die Be-

---

[1] Technolog. Encyklopädie, VII. Artikel: Glocken. — Manuel du fondeur, par Launay, Tom. 1. — J. B. Launay, der vollkommene Glockengießer. Aus dem Französischen. Quedlinburg und Leipzig 1834. — Die Glockengießerei. Von F. Harzer. Weimar 1854. (Bd. 214 des Neuen Schauplatzes rc.) — J. G. Hahn, Kampanologie. Erfurt, 1802. — Glockenkunde. Von Heinr. Otte. Leipzig 1858.

[2] Ueber Akustik der Glocken s. auch: Verhandlungen des großherzogl. hessischen Gewerbevereins, neue Folge, I. Bd. 1848, S. 334.

rührung mit dem Kerne auch die innere Gestalt der Glocke hervorgebracht wird. Der Lehm des Modelles wird schichtenweise aufgetragen, mit einer zweiten (nach dem äußern Profil der Glocke ausgeschnittenen) Schablone, welche an die Stelle der zum Kern gebrauchten gesetzt wird, abgedreht und durch Heizung des Kernes ausgetrocknet. Zuletzt gibt man dem Modelle einen dünnen Ueberzug von Talg mit etwas Wachs, welches flüssig aufgetragen und mit der Schablone geglättet wird. Bilder und andere Verzierungen, Schrift ꝛc. werden nun, aus terpentinhaltigem Wachs in nassen hölzernen, gypsenen oder messingenen Formen gedrückt, mittelst Terpentin aufgeklebt, um dem Modelle ganz die Beschaffenheit der künftigen Glocke zu geben. Endlich bildet man durch abermaliges schichtenweises Auftragen von Lehm den Mantel (chape), der mit einer dritten Schablone abgedreht und durch gelinde Heizung des Kernes getrocknet wird, wobei die wächsernen Verzierungen ausschmelzen und gleichgestaltete Höhlungen auf der Innenfläche des Mantels zurücklassen. — Die Oeffnung, welche jetzt immer noch oben in der Form, der Höhlung des Kerns entsprechend, vorhanden ist, wird zum Einsetzen der Henkelform benutzt, welche durch Lehmverstrich fest mit dem Mantel verbunden wird. Die Form zu den Henkeln wird aus Lehm über hölzernen oder wächsernen Modellen gebildet, und enthält in ihrem Innern als Höhlung die vollkommene Gestalt der Krone, sowie den damit zusammenhängenden Einguß (jet) und einige, von verschiedenen Stellen der Krone ausgehende Luftlöcher (Windpfeifen, évents). Der Mantel und die mit demselben verbundene Henkelform werden durch angelegte eiserne Schienen und Reifen verstärkt. Haken, welche sich an dieser Armatur befinden, dienen hierauf dazu, den gänzlich vollendeten Mantel von dem Modelle mittelst eines Krahnes oder Flaschenzuges abzuheben und in die Höhe zu ziehen. Sodann schneidet man das Modell in Stücken los, bessert Mantel und Kern nöthigen Falls aus, füllt letztern mit Erde und verschließt ihn oben mit Lehm, läßt den Mantel wieder herab, und macht durch Verstreichen der Fugen mit Lehm, sowie durch Vollstampfen der Dammgrube mit Erde und Sand, die Form zum Gusse fertig.

Kleinere Glocken (von nicht mehr als 150 bis 200 kg Gewicht) formt man liegend auf der Spindel einer Drehlade (S. 91) und stellt sie dann in die Dammgrube. Für eine fabrikative Verfertigung, wobei oftmals dieselbe Größe wieder vorkommt, behält man das Formen in aufrechter Stellung zwar bei, bedient sich aber als Grundlage des Kernes einer gußeisernen Glocke (faux noyau), deren Wandung durchaus gitterartig durchbrochen ist, und auf welche Lehm (oder ein fetter Formsand) aufgetragen wird. Die Schablonen sind für diesen Fall von Gußeisen und daran ist ein Eisenblech festgeschraubt, in welchem man das erforderliche Profil ausgeschnitten hat [1]).

Das Material der Thurmglocken ist in der Regel jene Art der Bronze, welche davon den Namen führt (S. 53); gußeiserne Glocken gehören zu den Ausnahmen und sind sowohl in Klang als in Haltbarkeit schlecht; neuerlich werden mit gutem Erfolge solche von Stahl gegossen (S. 99), welche gewöhnlich etwas dünner als bronzene, bedeutend leichter und wohlfeiler als diese, dabei von sehr gutem Klange sind. Zur Berechnung des Gewichtes der Stahlglocken aus ihrem Durchmesser, und umgekehrt, dient die auf S. 111 für Bronzeglocken gegebene Anweisung, wenn man nur statt des dortigen Bruches 0,00057 einen angemessen kleineren, nämlich der Erfahrung zufolge bei Glocken unter 450 mm Durchmesser oder etwa 50 kg Gewicht 0,00054, bei größeren bis 1 m oder ungefähr 450 kg 0,00045 und bei noch größeren 0,00042 setzt. — Der Schmelzofen für Bronze ist der schon (S. 55) beschriebene [2]), von dessen Stichloche aus man eine Rinne (écheno, chénal) nach dem Eingusse der Form anlegt. Sind mehrere Formen neben einander in der Grube angelegt, so theilt man die Gußrinne in Zweige, welche über den einzelnen Eingüssen münden und nach der Reihe dem zufließenden Metalle geöffnet werden. Nach dem Erkalten des Gusses bricht man die Dammgrube auf, schlägt den Mantel ab, hebt die Glocke heraus, sägt die Gießzapfen ab und reinigt die Oberfläche durch Feilen und durch Scheuern mit Sandstein.

2) Kanonen [3]). Die Methode, Kanonen in Lehmformen zu gießen, war früher die allgemein gebräuchliche, ist aber in neuerer Zeit durch die Anwendung der weit schneller und wohlfeiler herzustellenden Sandformen (S. 110) fast völlig verdrängt worden. Da die Geschützstücke nicht hohl gegossen werden, so ist kein Kern erforderlich, sondern bloß

---

[1]) Brevets 1844, T. 12, p. 54.

[2]) Zeitschrift für praktische Baukunst. Herausgegeben von J. A. Romberg. IV. Jahrg. 1844 (Leipzig), S. 278.

[3]) Description de l'art de fabriquer les canons, par G. Monge. Paris, An 2.

ein Modell, über welchem der Mantel oder die Form gebildet wird. Das Modell wird auf der horizontalen Spindel einer großen Drehlade verfertigt, indem man diese zuerst mit Strohseilen bewickelt, dann mit Lehm umkleidet, und letzteren mittelst einer Schablone zur gehörigen Gestalt abdreht. Zuletzt wird demselben ein Ueberzug von Talg oder einer Mischung aus Wachs und Talg gegeben. Die Friese (erhabenen Reifen, moulures) müssen ganz aus dieser Mischung bestehen. Die Schildzapfen sind von Holz, die Delphine von Wachs; diese Theile werden aus freier Hand angesetzt, ebenso das Modell für den Einguß oder den verlornen Kopf und für zwei Windpfeifen. — Zeitsparender ist es, das ganze Modell, mit Ausnahme der Friese und des Kopfes, aus Holz gedreht vorräthig zu haben, und nur für jeden neuen Guß die genannten Theile von Lehm und Talg anzusetzen. In keinem Falle wird der Boden oder das hinterste Ende der Kanone, woran die Traube sitzt, mit geformt. — Ueber das Modell trägt man den Mantel von Lehm auf und verstärkt ihn durch eiserne Längenschienen und Reifen. Beim Trocknen desselben durch gelindes Kohlenfeuer, welches man darunter anmacht, schmilzt der Talg und zieht sich in den Lehm. Man kann dann, nachdem die Schildzapfen-Modelle seitwärts herausgezogen worden sind, das Modell aus der Form herausschieben und letztere von der Spindel abziehen. Der Boden (culasse) mit der Traube wird besonders mit einer kleinen, umgehenden Schablone auf einer stehenden Spindel geformt und mittelst seines Eisenbeschlages an der Form befestigt. Mehrere Kanonenformen werden aufrecht (die Traube unten) in der Dammgrube festgestampft und durch das von oben einfließende Metall gefüllt. Der hierbei gebrauchte Ofen stimmt mit dem zum Gusse großer Glocken überein [1]).

Sofern beim Einlassen des Metalles direkt aus dem Ofen in die Form zuweilen Störungen eintreten, die den Guß mißlingen machen, ist es (hier sowohl als beim Glocken- und Statuenguß, überhaupt bei großen Gußwerken) besser, das Metall zunächst vollständig in einen Tümpel (ein von Ziegeln und Lehm gebildetes, mit Kohlenfeuer angewärmtes und höchst sorgfältig wieder gereinigtes Bassin) über der Form ablaufen und aus diesem dann in die Form fließen zu lassen, indem man die in die Gußlöcher gesetzten eisernen Stöpsel plötzlich auszieht. Man kann bei dieser Anordnung alle Schlacken ꝛc. vollständig beseitigen und eine raschere Füllung der Form erzielen.

3) Bildsäulen, Büsten u. dgl. (Bildgießerei, Kunstguß) [2]). — Man gießt diese Gegenstände (sei es im Ganzen oder in mehreren nachher zusammenzusetzenden Theilen) stets hohl, um ihr Gewicht zu vermindern und an Metall zu sparen; daher ist ein Kern nothwendig. Da ferner die komplizirten Umrisse des Gegenstandes es in der Regel unausführbar machen, den Mantel zu zerschneiden und in zwei oder wenigen Theilen von dem Modelle abzunehmen, so wird entweder letzteres aus Wachs gebildet und durch Herausschmelzen aus dem unzertheilten Mantel entfernt, oder der Mantel aus einer großen Anzahl Stücke aufgebaut. Uebrigens kommen mehrere Abänderungen in dem Verfahren des Formens vor.

a) Für große Bildwerke, die als Monumente aufgestellt werden, ist folgende ältere Methode zwar die langwierigste, aber insofern die beste, als sie — im Falle des vollkommenen Gelingens — die schärfsten, der wenigsten Nacharbeit bedürftigen Güsse liefert. Nach der vom Bildhauer im Kleinen entworfenen Skizze wird über einem Gerüste von Eisenstäben aus Gyps ein Modell in der wirklichen Größe verfertigt und mit aller Sorgfalt vollendet. Ueber diesem Modelle wird ferner eine, gewöhnlich aus sehr vielen Theilen bestehende, Gypsform (bon creux, *countermould*) gemacht, welche, wenn man sie ohne das Modell zusammenstellt, einen hohlen Raum von der Größe und äußeren Gestalt des beabsichtigten Gusses darbietet. Vor der Zusammensetzung bekleidet man jedes Stück der Form mit einer Lage Wachs, welche eben so dick ist, als das Metall des Gusses werden soll. Die Gesammtheit jener Wachsmasse stellt also das Modell dar, indem es innerlich und äußerlich an Gestalt und Größe dem hervorzubringenden Gußwerke gleicht. Die Höhlung des Wachsmodelles muß mit einer Masse ausgefüllt werden, welche den Kern (noyau, *core*) bildet. Zu diesem Ende hat man die Form über einem Gerüste von Eisenstäben

[1]) Dumas, Bd. IV.

[2]) Encyclopédie méthodique, Beaux Arts, Tome II, Paris 1791; Artikel: *Fonte des statues en Bronce.* — Description des travaux qui ont précédé, accompagné et suivi la fonte en bronze de la statue équestre de Louis XV. Dressée sur les mémoires de M. Lempreur par M. Mariette. A Paris, 1768. — Bulletin d'Encouragement, XXXV. (1836) p. 365. — Polyt. Journ., Bd. 65, S. 114. — Wuttig, Die Kunst, aus Bronze kolossale Statuen zu gießen. Berlin 1814.

(der **Armatur**, armature) auf einer festen Grundlage in der vor dem Ofen befindlichen Dammgrube aufgestellt; und wenn alles auf die angezeigte Weise vorgerichtet ist, gießt man den hohlen Raum um das Gerüste, innerhalb des Wachsmodelles, mit der **Kernschlichte** (gleiche Theile Gyps und Ziegelmehl mit Wasser zu Brei angemacht) aus. Das Ziegelmehl verleiht dem Kerne die nöthige Haltbarkeit gegen die Hitze, der Gyps gibt ihm die Fähigkeit, sehr bald zu erhärten. Um beim nachherigen Erhitzen der Feuchtigkeit ein leichtes Entweichen aus dem Kerne zu sichern, hat man Sorge getragen, in der Armatur eine bedeutende Zahl eisenblecherner Röhrchen einzuschalten, welche in ihrer Wand viele Löcher enthalten und auf die Kernoberfläche herausragen; man füllt diese Röhrchen mit Talg, welcher das Eindringen der Kernschlichte abhält, aber in der Wärme herausschmilzt. Die Gypsform, welche nun das Ganze noch einhüllt, kann nicht als Gießform gebraucht werden, da sie der Hitze des Metalles nicht widerstehen würde; sie mußte nur zur Bildung und Zusammenfügung des Modelles dienen. Man nimmt sie daher nach der Verfertigung des Kernes ab, wobei die Wachsdicke auf dem Kerne sitzen bleibt, da man inwendig auf dem Wachse gebogene Drähte angebracht hat, welche von der Kernmasse eingeschlossen worden sind. Das den Kern umhüllende Wachsmodell wird nach Erforderniß ausgebessert, und zugleich setzt man aus Wachs die Modelle für den Einguß (jet), die Leitungsröhren (conduits) und die nöthigen Luftröhren (évents) an. Der Einguß kommt auf den höchsten Punkt des Modelles zu stehen; die Leitungsröhren sind Zweige desselben, welche das Metall nach den verschiedenen Theilen der Form hinführen, um letztere von vielen Punkten aus so schnell als möglich vollständig zu füllen; die Luftröhren gehen von zahlreichen Stellen des Modelles aus und machen das gehörige Entweichen der von dem einfließenden Metalle verdrängten Luft möglich. Leitungsröhren und Luftröhren umgeben wie ein Netz das ganze Modell. Endlich verfertigt man den Mantel oder die eigentliche Gießform, indem man das Modell überall (natürlich auch die wächsernen Modelle der Luft- und Leitungsröhren) etwa 20^{mm} dick mit einer Mischung aus feinem Lehm, Ziegelmehl und Leimwasser (dem **Formkitt**, potée) überzieht, dann aber gewöhnlichen Formlehm aufträgt, das Ganze mit Lehmsteinen von außen umbaut und durch Anlegung eiserner Schienen verstärkt. Unter der Form (die zu diesem Behufe auf einem eisernen Roste steht) und rings um dieselbe wird sodann Feuer gemacht: erst gelinde, um das Wachs auszuschmelzen, welches durch eine am Fuße gelassene Oeffnung abfließt; späterhin stärker, um die Form scharf auszutrocknen und hart zu brennen (recuire). Wird nun die **Dammgrube** (fosse) mit Erde vollgestampft (die Form **eingedämmt**, enterré), so daß nur der Einguß und die Oeffnungen der Luftröhren frei bleiben, so kann der Guß geschehen. Man läßt das Metall durch eine in Lehm gemachte Rinne aus dem Stichloche des Schmelzofens (der mit jenem zum Glocken- und Kanonengusse übereinstimmt) zuerst in einen über der Form gemauerten Behälter, wenn dieser gefüllt ist durch Ausziehen eines eisernen Stöpsels in die Form selbst fließen, gräbt nach einiger Zeit (oft erst nach mehreren Tagen) die Dammgrube auf, bricht den Mantel los und hebt den Guß aus der Grube. Die Angüsse, welche durch Ausfüllung der Luft- und Leitungsröhren entstanden sind, werden abgesägt; der Kern wird durch eine dazu gelassene Oeffnung nach und nach herausgeschafft, die Oberfläche des Gusses aber mit Feile und Meißel gereinigt und wo nöthig durch **Ziseliren** (mit kleinen Meißeln und Punzen) nachgearbeitet.

Diese Methode führt — abgesehen von ihrer außerordentlichen Langwierigkeit — zwei üble Umstände mit sich; es entstehen nämlich beim Brennen der Form, indem sich diese sammt dem Kerne zusammenzieht, das Eisengerippe des letztern sich aber vermöge der Erhitzung ausdehnt, leicht Sprünge, welche man nicht sehen, also auch nicht ausbessern kann; und zerreißt beim Schwinden des Gusses in der unnachgiebigen Form das Metall gern hier oder dort. Unfälle letzterer Art treten um so leichter ein, als man in der Anwendung dieses alten Verfahrens gewöhnlich den Grundsatz befolgte, selbst die komplizirtesten Gegenstände im Ganzen (also z. B. einen kolossalen Reiter sammt Pferd und allen Nebentheilen aus einem einzigen Stücke) zu gießen. In neuerer Zeit zieht man es daher allgemein vor, eine der folgenden unter c und d angeführten Methoden zu gebrauchen und dabei das herzustellende Werk in mehrere Theile zu zerlegen, welche schließlich mittelst Schrauben, durch Verhämmern, Verstemmen und Verfeilen der Fugen, so zusammengesetzt werden, daß sie wie aus einem Stücke bestehend erscheinen.

b) Man kann die Kernschlichte in die (gut eingeölte) Gypsform gießen, ohne letztere vorher mit Wachs auszukleiden; dann den erhärteten Kern um so viel, als die Metalldicke betragen soll, auf der ganzen Oberfläche abnehmen; endlich die Gypsform wieder zusammensetzen, und den Raum zwischen ihr und dem verkleinerten Kerne mit Wachs vollgießen, um das Modell zu bilden. Das fernere Verfahren ist wie im obigen Falle.

c) Der Kern wird aus Ziegeln hohl nach seinen Hauptumrissen aufgeführt, mit Lehm umkleidet, und aus freier Hand völlig ausgebildet. Ueber dem Gypsmodelle macht man von stark mit Sand versetztem (wenig schwindendem Lehm) — oder aus gleichen Maßtheilen Lehm, Formsand und Kohlenstaub, sogenannter **Masse** — stückweise eine Form, brennt dieselbe in der Glühhitze, bekleidet sie innerlich mit Thon, so dick als der Guß werden soll, paßt nach und nach alle Stücke an den mit Asche bestreuten Kern an, indem man auf letzteren nach Erforderniß noch Lehm aufträgt, nimmt nach dem Trocknen die Form wieder ab und auseinander, beseitigt die Thonbekleidung, setzt endlich die leere Form (in welcher man die Metallleitungen und Luftzüge ausschneidet und mit Thonröhren ausfüttert) wieder um den Kern herum auf, verstreicht die Fugen mit Lehm und macht alles zum Gusse fertig, wie sonst.

Hierdurch erspart man das theure Wachs und die Gypsform; auch entsteht der Vortheil, daß der Mantel stückweise (also weit bequemer) gebrannt werden kann: dagegen gehen in der Sandmasse die feinsten Züge des Modelles zuweilen verloren, durch die Fugen zwischen den Formstücken entstehen zahlreiche Gußnäthe, der Guß bedarf wegen dieser beiden Umstände größerer Nacharbeit, und es muß, im Falle der Guß mißlingt, die Arbeit ganz und gar von Neuem angefangen werden, während man bei dem oben auseinandergesetzten Verfahren (a) die Gypsform noch hat, und also das Wachsmodell leicht wieder herstellen kann.

d) Die Form wird wie unter c) stückweise, aber nicht aus Masse, sondern aus mäßig feinkörnigem fetten Formsande, auf dem Modelle gebildet, äußerlich mit einer kleinern Zahl großer Gypsstücke umschlossen, dann innerlich mit Thonplatten ausgekleidet und ohne das Modell wieder zusammengesetzt; der Kern wird nachher wie unter a) durch Ausgießen des hohlen Raumes gebildet.

Da der Sand zum gehörigen Austrocknen keines Brennens (Glühens) sondern nur einer viel geringeren Hitze bedarf, so schwindet er weniger und unterliegt weniger leicht einer Beschädigung, als die Masseform nach c. Oft wird es jedoch nöthig, **zwei** Sandformen zu machen, wovon die eine zum Guß, die andere nur vorher zur Bildung des Modelles aus Thonplatten bestimmt ist, weil zarte Theile der Form beim Einlegen und Andrücken des Thones leicht Schaden nehmen.

e) Man verfährt wie unter d), **gießt** aber den Kern nicht, sondern bildet ihn aus Sand, den man beim Aufbauen der mit Thonplatten ausgelegten Form nach und nach einstampft. Hierbei ist große Vorsicht (um die Form nicht zu beschädigen) und ein sehr guter Kernsand nöthig. —

Bei Gegenständen, die man in größerer Zahl (also mehr fabrikmäßig) darzustellen hat, z. B. Büsten, Vasen, kleinere Figuren &c., pflegt man zum **Sandguß** zu greifen. Dergleichen Stücke werden aus Wachs in einer mehrtheiligen Gypsform hohl gegossen (indem man die Form **stürzt**, d. h. nach theilweisem Erstarren des eingegossenen Wachses umkehrt, und das noch flüssige auslaufen läßt), worauf man dieses Modell mit einem warmen Messer in zwei oder mehrere Theile zerschneidet, es über einem Kerne aus Lehm oder fettem Sande wieder zusammensetzt, durch Bossiren ausbessert, und nun entweder mit einem Lehmmantel umgibt, oder in einem zweitheiligen Formkasten in fettem Sande einformt. Das Wachs wird sodann ausgeschmolzen. Ein einfacher Einguß (ohne Leitungsröhren) genügt gewöhnlich; auch Luftröhren sind nur in geringer Zahl erforderlich, insofern es sich um kleinere und weniger komplizirte Gestalten handelt. — Ein anderes sehr gebräuchliches Verfahren für solche Fälle besteht in Folgendem: Das Modell (von Messing, Gyps, Marmor &c.) wird in einer zweitheiligen Formflasche in fettem Sande eingeformt, und man ersetzt die beim Ausheben wegbrechenden Theile der Form durch — oft in beträchtlicher Zahl — angelegte Keilstücke. Um den Kern zu erhalten, formt man das Modell in einer andern Flasche zum zweiten Male ganz eben so, füllt aber hier die entstandene Höhlung mit Sand. Diesen Sandkörper beschabt man alsdann rundum so viel als die Metallstärke des Gusses betragen soll und legt ihn so verkleinert zum Gusse in die zuerst bereitete Flasche. Zu Lagern gibt man dem Kerne einige Eisendrähte, welche durch und durch gehen und mit den Enden herausragen. Statt des einen oder andern solchen Drahtes wendet man ein eisenblechernes (beiderseitig offenes, in der Wandung mit Löchern versehenes) Röhrchen an, welches die Entweichung der Feuchtigkeit beim Trocknen des Kernes begünstigt. Verzweigungen des Eingusses, sowie Windpfeifen, werden nach Erforderniß angebracht. Die Herstellung des Kernes geschieht öfters auch so, daß man dazu einen Brei von gemahlenem Gyps, feinem Ziegelmehl und Wasser anwendet, diesen in die Sandform **gießt**, den festgewordenen Kern trocknet, gelinde brennt und schließlich durch Abschaben um so viel verkleinert als die gewünschte Metalldicke des Gusses erfordert.

f) Sollen unter Konservirung des Modelles Gußstücke in größerer Anzahl hergestellt werden, welche keine Gußnäthe enthalten, so empfiehlt sich die Anwendung folgenden neueren Verfahrens: 1) Herstellung einer (mehrtheiligen) Gypsform *(counter-mould)* über dem Modell; 2) Anfertigung eines Sandkernes unter Benutzung dieser Gypsform; 3) Abnahme einer der Wanddicke des herzustellenden Gußstückes entsprechenden Schicht von diesem Sandkern; 4) Bildung einer (mehrtheiligen) Gypsform über dem bearbeiteten Sandkern, — zur fabrikativen Herstellung der Kerne für alle in Metall auszuführenden Abgüsse; 5) Zusammenstellung des unter 3 angeführten oder eines mit der Gypsform unter 4 erhaltenen Kernes mit der unter 1 erwähnten Gypsform; 6) Ausgießen des so gebildeten Zwischenraumes mit einer leicht schmelzenden Mischung (z. B. von $^4/_5$ Stearin und $^1/_5$ Harz) oder mit Wachs, Gelatine oder dergl.; 7) nach Abnahme der Gypsform Ausbesserung der Oberfläche des aus der schmelzbaren Mischung hergestellten Modells durch Abnahme der Gußnäthe 2c.; 8) Einformen dieses Modells nebst dem darin eingeschlossenen Kerne in Sand (ungetheilte Form); 9) Ausschmelzen der Stearinschicht durch Erwärmung; 10) Eingießen des Metalles; 11) Entfernung der Sandform und des Sandkernes nach erfolgtem Erkalten.

V. Zinkgießerei.

Man bediente sich früher des Zinkes nur selten zur Herstellung von Gußstücken, zu welchen es auch, wegen seiner großen Sprödigkeit im unbearbeiteten Zustande, nur mit bedeutender Einschränkung anwendbar ist. Fast ausschließlich waren es Gewichtstücke und dergleichen einfache Gegenstände, ferner Modelle und Kerndrücker für die Gelbgießerei, welche aus Zink (seiner Wohlfeilheit halber) gegossen wurden, und zwar, gleich dem Messing, in Sand. Gegenwärtig hat die Zinkgießerei viel größere Ausdehnung erlangt, indem sie theils zur Herstellung verzierter Lampenfüße, zahlreicher kleiner Luxuswaren (die man sonst aus Bronze oder Eisen goß), verschiedener Buchstaben zu Aufschriften und ähnlicher kleiner Objekte (in Gußformen von Messing, Bronze, Eisen, Zink oder Sand), theils zum Gusse größerer architektonischer Ornamente, Bildsäulen, Vasen u. dgl. angewendet wird. Für diese letztgenannten Fälle gebraucht man stets, wie zum Gusse des Messings, zweitheilige Formflaschen, in welchen mit feinem (nicht zu fettem) Sande geformt wird; diese Sandformen werden vor dem Eingießen nicht getrocknet.

Das Zink gießt sich mit sehr glatter Oberfläche und gibt alle feinen Züge des Modelles wieder, sodaß meistens nur wenig mit Feilen, Schabern, Punzen und Sticheln nachgeholfen zu werden braucht. Je nach der Größe werden die Güsse 2 bis 7mm dick gemacht. Man zieht es meist vor, stark vertiefte oder ganz hohle Gußstücke zu vermeiden, aus Besorgniß, daß das erkaltende Zink bei der Zusammenziehung (wegen seiner zu geringen Kohäsion) durch den Widerstand des in ihm eingeschlossenen Kernes zerreißen möchte. Man gießt deshalb Gegenstände von bedeutender Größe, und runde hohle Stücke, sogar wenn sie klein sind, in zwei oder mehreren (oft sehr vielen) Theilen, welche man nachher mittelst des Löthkolbens und gewöhnlichen Schnell-Lothes zusammenlöthet. Dieses Verfahren ist zugleich wohlfeiler, gestattet die Erlangung eines vollkommenern Abgusses und vermeidet eher das Mißlingen (macht es wenigstens minder nachtheilig, da stets nur ein kleiner Bestandtheil zu verwerfen ist), als das Gießen im Ganzen. Gießt man über einen Kern, so macht man diesen schon wegen größerer Nachgiebigkeit lieber aus Sand als aus Lehm, und gebraucht wohl den Kunstgriff, im Innern des Kernes einen Eisenstab, ein Stück Holz oder dgl. anzubringen und diesen Theil sofort nach geschehenem Guße herauszuziehen, damit der nun hohle Kern leichter dem beim Abkühlen sich zusammenziehenden Metalle weicht. Rohrähnliche hohle Gegenstände von geringem Durchmesser und ziemlich dicker Wand können indessen ohne Schwierigkeit über einen eisernen, nur dünn mit Lehm bestrichenen Kern gegossen werden. Durch in die Form gelegte, angemessen gebogene Eisendrähte, welche von dem Zink umschlossen werden, kann man ebenfalls den Zinkgüssen eine Verstärkung zu größerer Haltbarkeit geben. — Das in der Zinngießerei übliche Stürzen (s. Zinngießerei) ist auch beim Zinkguß anwendbar, um kleinere Gegenstände ohne Kern hohl zu gießen.

Zum Schmelzen des Zinkes bedient man sich eines gußeisernen Kessels. Das Metall erleidet dabei 5 bis 6 Prozent Abgang durch Oxydation. Ein Apparat ist angegeben zum

Schmelzen mittelst Gasheizung[1]); damit sollen 35 kg Zink in einem eisernen Tiegel binnen 25 Minuten, unter Verbrauch von einem Kubikmeter Steinkohlengas geschmolzen werden.

Da das Zink weder eine schöne Farbe hat, noch seine blanke Oberfläche lange behält, so werden die daraus gegossenen Gegenstände in der Regel entweder mit Oelfarbe oder Firnißfarbe angestrichen oder bronzirt oder mit galvanischen Metallniederschlägen (Kupfer, Bronze, Silber, Gold) überkleidet.

In England gießt man Kattundruckwalzen aus einer Zinklegirung (S. 39) und gebraucht dazu eine Form, deren zweitheiliger Mantel im Momente nach dem Eingießen durch Keile zusammengepreßt wird, um das Metall während seines Erstarrens zu komprimiren und damit dessen Dichtigkeit zu erhöhen[2]).

Es soll vortheilhaft sein, dem Zink zum Kunstguß Zinn (etwa 5 Prozent) zuzusetzen. Die Modelle zum Zinkguß werden nach Originalen von Holz, Gyps ꝛc. aus Zink gegossen. Um z. B. zu einer Statue, die in Gyps modellirt ist, die Zinkmodelle zu machen, wird die Gypsstatue mit einer feinen Säge oder mit einem doppelt zusammengedrehten dünnen Messingdrahte an passend gewählten Stellen zerschnitten; die Stücke werden in Sand geformt, und zwar mittelst der auf S. 102 beschriebenen Verfahrungsarten dergestalt, daß die Abgüsse hohl, von der vorausbestimmten Wandstärke, ausfallen. — Beim Löthen werden die zu vereinigenden Stücke an einander gelegt; man streicht verdünnte Salzsäure mit einem Pinsel von außen auf die Fuge, hält sogleich ein Stück gewöhnliches Zinnloth (halb Zinn halb Blei) von der Rückseite daran, und bringt dieses durch Berührung mit dem heißen Löthkolben zum Schmelzen, wobei es leicht durchdringt und die Fuge füllt.

Man vergleiche übrigens, was am Schlusse der Bleigießerei unter 6 vorkommt.

VI. Bleigießerei[3]).

Wenn man einzelne, nicht häufig vorkommende und minder wichtige Gegenstände abrechnet, so werden aus Blei nur folgende wenige Arten von Gußwaaren erzeugt: Platten, Röhren, Gewehrkugeln, Flintenschrot. Zu jenen selteneren Fabrikaten gehören die Plomben oder Bleisiegel zur Herstellung zollamtlichen Verschlusses, welche in messingenen Formen gegossen werden; Figuren, Statuen u. dgl.; Gefäße (wie Schalen, Flaschen, krugähnlich gestaltete Retorten, für Laboratorien, Kunstbleichen, ꝛc.), welche gleich Messing in Sand oder wie Zinn in messingenen Formen gegossen werden, nöthigenfalls in Theilen, die man sodann durch auf die Fugen gegossenes geschmolzenes Blei vereinigt; das Fensterblei der Glaser, welches in einem eisernen Eingusse in Gestalt von Stäbchen gegossen und dann durch den Bleizug, die Bleiwinde, tire-plomb, *glazier's vice* (eine Art Walzwerk) ausgestreckt und verdünnt wird[4]). — Aus Hartblei (S. 45) gießt man — theils in Sand, theils in zinkenen oder messingenen Formen wie jene der Zinngießer — mancherlei Bestandtheile zu Klempnerarbeiten, als Füße zu Lampen ꝛc.; ferner Leuchter, welche lackirt werden, u. s. f. Man gibt jener Metallmischung gewöhnlich den Namen Komposition. Eine vollkommenere Art des Hartbleies ist das Schriftgießerzeug (Schriftmetall, S. 45), welches seinen Namen von der Anwendung zum Gießen der Buchdrucker-Schriften (Lettern) trägt.

Wir betrachten im Folgenden die wichtigsten Bleigußwaaren etwas näher.

1) **Bleiplatten.** Platten von mittlerer Dicke werden wenig gegossen, weil man sie weit besser durch gewalztes Blei ersetzt; man gießt meistentheils nur dicke (6 bis 30 mm starke) Platten und sehr dünne, papierähnliche Blätter. Zum Gusse der ersteren wird eine aus eichenen Bohlen zusammengesetzte, 150 mm hoch mit feuchtem Formsand recht glatt und fest bedeckte Tafel oder eine ebene Platte von dichtem feinkörnigen Sandstein vorgerichtet, auf welcher man den Raum, den das Blei ausfüllen soll, durch hölzerne oder eiserne Leisten (bandes) umgrenzt. Das Blei wird in einem eisernen Kessel geschmolzen,

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, 1859, p. 329. — Polyt. Centr. 1860, S. 16. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 257. — Jobard, Bulletin, T. 36, p. 125.

[2]) Polyt. Centr. 1854, S. 1300. — Polyt. Journ., Bd. 136, S. 35.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II, Artikel Bleiarbeiten.

[4]) Auch in Hülsse's allgemeiner Maschinen-Encyklopädie, II. Bd. Leipzig 1844, S. 240.

dann mit Kellen in ein breites Gefäß (die Stürze, auge) übergefüllt und durch Umneigen des letzteren an der einen schmalen Seite der Gießtafel auf dieselbe ausgegossen. Um das Fließen des Bleies zu erleichtern, gibt man der Tafel eine sehr geringe Neigung; auch überfährt man das noch flüssige Metall mit einem, auf den Einfassungsleisten fortgeschobenen Lineale (râble, suiveur), dessen untere Kante alles die geforderte Dicke der Platte übersteigende Metall abstreicht und nach dem tiefer liegenden Ende der Tafel hintreibt, wo der Ueberfluß (rejet) in eine Vertiefung (fossé) des Sandes fällt.

Zum Gießen sehr dicker Platten hat der Sand den Vorzug vor dem Steine, weil letzterer durch die Hitze einer zu großen Metallmasse in Gefahr kommt, zu zerspringen; dagegen gestattet der Stein ein viel rascheres Arbeiten, weil er unmittelbar nach dem Abnehmen einer Platte zum Gießen einer neuen Platte fertig ist, während der Sand erst wieder geebnet werden muß. — Das Gießen der Bleiplatten in geschlossenen (z. B. aus zwei Gußeisentafeln mit zwischenliegenden Randleisten bestehenden) Formen[1]) ist zwar kunstgerechter, aber durch die erforderlichen Apparate kostspieliger. Die gegossenen Platten werden meistentheils mit einer großen Schere in Stücke zerschnitten und durch Walzen zu einer beliebigen Dünne gestreckt (s. Blechfabrikation).

Hier kann das Verfahren erwähnt werden, durch welches man die großen bleiernen Siedpfannen der Alaun- und Vitriol-Siedereien verfertigt. Man gießt auf einer 3,5 bis 5m langen, 3 bis 3,5m breiten, von Ziegeln gemauerten, mit Latten eingefaßten Fläche eine etwa 12 bis 20mm dicke Platte, schneidet die Ecken derselben rechtwinklig aus, biegt alle vier Seiten 450mm hoch auf und bewirkt die Verbindung an den Ecken durch eingegossenes geschmolzenes Blei. Noch öfter befolgt man — da das Aufheben und der Transport der ganzen Pfanne leicht eine Beschädigung derselben herbeiführt — das Verfahren, sie aus fünf Platten zusammenzusetzen, welche einzeln auf einer steinernen oder gußeisernen Platte gegossen, auf dem Ofen selbst an einander gefügt und durch Vergießen mit Blei vereinigt werden.

Die aus einer Legirung von Blei und Zinn (S. 41) bestehenden Platten zur Verfertigung der Orgelpfeifen werden — ungefähr 3,6m lang, 500 bis 550mm breit, 2mm oder weniger dick — auf folgende Weise gegossen: Die Gießtafel (von der angegebenen Länge und Breite) ist von Tannenholz und — des Werfens wegen — aus neben einander gelegten, mittelst durchgehender eiserner Schraubenbolzen verbundenen Latten gebildet; auf der oberen oder Arbeits-Seite mit Leinwand überzogen. Ein länglich viereckiger hölzerner Kasten ohne Boden wird an dem einen Ende quer über die Gießtafel aufgesetzt, mit dem flüssigen Metall gefüllt und dann ziemlich rasch gegen das andere (ein wenig niedriger liegende) Ende fortgeschoben. Die richtige und überall gleiche Dicke der hierbei entstehenden Platte wird dadurch erzeugt, daß die hintere Wand des Kastens nicht auf die Fläche der Gießtafel hinabreicht, sondern mit ihrem unteren Rande um so viel als nöthig von derselben entfernt bleibt. Das Metall muß im Augenblicke des Gusses so weit abgekühlt sein, daß es schon in etwas dicken, breiartigen Zustand überzugehen anfängt, und also die dünne Schicht, welche der fortschreitende Kasten hinter sich läßt, ohne Verzug auf der Gießtafel erstarrt. Die Leinwandbekleidung der letzteren hat den Nutzen, die Anhaftung des Metalles zu befördern, sodaß bei gehöriger Vorsicht keine Löcher in den Platten entstehen.

Nach ähnlichem Prinzipe hat man Apparate zum Gießen langer und schmaler Blei- oder Zinnplatten hergestellt, wobei ein eiserner Metallbehälter ohne Boden auf einer horizontalen gußeisernen Tafel fortgezogen wird; dieser Behälter ist — um den Inhalt auf gehöriger Temperatur zu erhalten — mit einem Kohlenbecken umgeben[2]). Würde man einen solchen Metallbehälter auf einem um seine Achse gedrehten horizontalen Zylinder feststehend anbringen[3]), oder das geschmolzene Blei auf einem in Achsendrehung begriffenen hohlen, mittelst durchströmenden Wassers kühl gehaltenen Zylinder aufgießen[4]), so könnte man Platten von beliebig großer Länge gewinnen: doch scheinen solche Einrichtungen praktische Schwierigkeiten und keinen entsprechenden Werth darzubieten.

Die papierdünnen Bleiblätter (Bleipapier) werden hauptsächlich zum Einpacken des Tabaks gebraucht (Tabakblei). Man verfertigt sie ziemlich allgemein durch Walzen, zuweilen aber noch nach der älteren Art durch Gießen. Die Vorrichtung hierzu hat mit dem vorstehend beschriebenen Plattengußapparate der Orgelbauer große Aehnlichkeit; jedoch

---

[1]) Brevets, XXII. 74.
[2]) Brevets, LIV. 21.
[3]) Brevets, LIV. 22.
[4]) Brevets, LXII. 146.

ist die Bildung des Bleiblattes ganz allein auf die Adhäsion des flüssigen Metalles an der Gießtafel gegründet, da eine so geringe Dicke sich nicht mehr durch das dort angegebene Mittel reguliren läßt, vielmehr zu erwarten wäre, daß sehr häufig Lücken in der hinter dem Metallkasten zurückbleibenden zarten Schicht entständen, wenn eine Wand des Kastens darüber hinstreifte. Die Geräthschaft besteht demnach aus einem mit Leinwand straff bespannten Rahmen, der in schräger Lage (10 bis 15 Grad gegen die Horizontalebene geneigt) aufgerichtet wird und aus einer Art von Kästchen (coulissoir) ohne Boden und Hinterwand, in welches das Blei eingegossen wird, und mit dem man rasch über die Leinwand hinabfährt, wobei an letzterer eine Haut von Blei hängen bleibt. Um dies zu bewirken, darf jedoch die Leinwandfläche nicht zu glatt sein, weshalb sie mit einer Mischung von Kreide und Eiweiß übertüncht wird; auch muß ihr die Fähigkeit benommen werden, in der Mitte einzusinken, zu welchem Behufe man ein mit Wollenzeug bezogenes Bret unter der Leinwand in den Rahmen legt. Je heißer (folglich flüssiger) das Blei ist, je steiler der Rahmen steht und je schneller man das Kästchen fortbewegt, desto dünner fallen die Blätter aus. Sie werden 250 bis 300^{mm} lang, etwa 170^{mm} breit verfertigt, sind auf der einen Seite etwas rauh und körnig, auf der anderen glatt und mit Spuren des Leinwandgewebes versehen; ihre Dicke beträgt 0,08 bis 0,12^{mm} und 1 □^{m} wiegt 0,86 bis 1,37^{kg}.

In China werden ähnliche dünne Blätter auf solche Weise verfertigt, daß man das Blei auf eine ebene, mit glattem Papier überzogene Steinplatte gießt, schnell einen zweiten solchen Stein darüber legt und durch Daraufspringen die Arbeit vollendet. Das Blei wird hierdurch zwischen den Steinen ausgebreitet, erhält aber keinen regelmäßigen Rand und (eben so, wie beim Gießen auf Leinwand) oft Löcher und Risse.

2) Röhren aus Blei, von 12 bis 80^{mm} innerem Durchmesser, eignen sich zu Wasser- und Gasleitungen ꝛc. deshalb sehr vorzüglich, weil man sie in fast jeder beliebigen Länge (bis zu 12^{m} und mehr) darstellen und leicht biegen, daher ohne Anwendung von Kniestücken in oft wechselnden Richtungen legen kann. Man gießt sie 750 bis 900^{mm} lang und viel dicker in der Wand, als sie nach der Vollendung sein sollen; denn sie werden durch Ziehen oder Pressen (wovon später) beträchtlich verdünnt und in die Länge gestreckt. Die Gießformen sind von Blei oder Gußeisen und zweitheilig, d. h. durch die Achse zerschnitten, sodaß in jedem Theile eine halbzylindrische Höhlung sich befindet. Der Kern ist von Eisen, polirt und an einem Ende um sehr wenig dünner als am andern, sodaß er ein Stück eines äußerst schlanken Kegels bildet. Die Form wird zum Guß in aufrechte Stellung gebracht, hierauf gießt man das Blei am oberen Ende ein. Während des Gusses wird die Form durch ein Paar darübergeschobene Ringe mit Schrauben zusammengehalten. — Man hat auch eiserne Formen, deren beide Hälften durch Scharniere verbunden sind und in welchen die Gußrinne der Länge nach hinabläuft, sodaß das Blei von unten eindringt und aufsteigt[1]). Wenn die gegossene Röhre aus der Form genommen ist, werden die Gußnäthe weggeschnitten oder abgeschabt; dann macht man den Kern durch einige Schläge auf das dünnere Ende los und zieht ihn von der Seite des dicken Endes, mittelst eines daran befestigten Querheftes, heraus.

Es ist die Vorrichtung angegeben worden, um aus einem hohen Kessel durch den hydrostatischen Druck des darin geschmolzenen Bleies selbst letzteres in die Form zu treiben, welche unten seitwärts in horizontaler Lage dem Kessel angefügt ist und durch Ausziehen und Einschieben eines Pfropfens beliebig geöffnet oder geschlossen werden kann[2]).

Bleiröhren von sehr großer, ja beliebiger Länge können auf die Weise dargestellt werden, daß man geschmolzenes Blei aus dem Schmelzkessel von unten in eine senkrecht stehende, an beiden Enden offene Röhrenform pumpt, deren oberer Theil durch Wasser kühl erhalten wird, daher das erstarrte Rohr oben stetig austreten läßt[3]), oder Blei in einen starken gußeisernen Zylinder gießt, worin es mittelst äußerer Heizung flüssig erhalten wird, dann durch einen Kolben dasselbe zu einer Oeffnung am Ende dieses Zylinders herauspreßt, deren Mittelpunkt durch einen stählernen zylindrischen Kern eingenommen wird, sodaß der Austritt durch einen ringförmigen Raum in Rohrgestalt erfolgt, — während des Austretens aber das Rohr abkühlt. Dieses Verfahren ist mit dem Pressen der Röhren aus kaltem Blei verwandt und wird deshalb weiter unten (im Anhange zur 3. Abtheil. des 2. Kapitels) wieder zur Sprache kommen.

---

[1]) Le Blanc, Recueil, 2de partie, Planche 71.
[2]) Brevets T. 80, p. 115.
[3]) Polyt. Centr. 1854, S. 28.



3) **Gewehrkugeln** (balles, *bullets*, und die kleineren **Posten**, **Rehposten**, chevrotines, postes) gießt man in **Kugelformen** (**Kugelmodeln**, moule à balles, *bullet mould*)[1], welche von Eisen verfertigt und stets zweitheilig sind, sodaß jeder Theil die Hälfte des trichterförmigen Eingusses enthält. Die gewöhnlichen Kugelformen besitzen nur eine einzige Höhlung und haben die Gestalt einer Zange, deren dicker Kopf die eigentliche Form darstellt, indeß die Griffe nur zum Oeffnen und Schließen derselben dienen. Man gießt das Blei aus einem eisernen Schmelzlöffel ein, oder taucht die Formen in einen Kessel mit geschmolzenem Blei, welches man solchergestalt herausschöpft. Zuweilen wendet man Formen mit längerem Kopfe an, in welchen zwei bis zwanzig gleiche Kugelhöhlungen enthalten sind, deren Eingüsse sämmtlich in eine zum Eingießen des Bleies bestimmte Rinne münden: sodaß der Guß als ein Stäbchen erscheint, an welchem die Kugeln neben einander mit ihren Hälsen, wie die Zähne eines Rechens, sitzen. Auch hat man größere Kugelformen, deren beide Theile sich nicht um ein Scharnier wie bei einer Zange bewegen, sondern in gerader Richtung durch eine Schraube gegen einander gepreßt werden.

Nach dem Gusse der Kugeln muß der durch Ausfüllung des Gießloches entstandene Hals oder Gießzapfen abgenommen werden. Dies geschieht entweder mit einer gewöhnlichen Kneipzange, oder mit einer an der Kugelform selbst angebrachten kleinen Schere, oder durch eine besondere Vorrichtung, welche wesentlich darin besteht, daß der Einguß der Form nicht in dem Kopfe derselben (welcher vielmehr nur die Kugelhöhlung mit scharfrandiger Oeffnung enthält), sondern in einem zweiten, verschiebbaren Stücke sich befindet. Dieses Stück wird entweder vor Oeffnung der Form gewaltsam bei Seite geschoben, oder verschiebt sich von selbst, indem man die Form öffnet, um die Kugel herauszuwerfen; in beiden Fällen wird der Hals dicht an der Kugel rein abgeschnitten. Weil bei allen diesen Methoden durch das Wegnehmen des Halses eine Abplattung der Kugel entsteht, vermöge welcher der Schwerpunkt aus dem Mittelpunkte weggerückt und der sichere Flug der Kugel nach dem Ziele beeinträchtigt wird, so hat man Vorrichtungen zum Rundabschneiden erdacht, welche der Spur des Abschnittes die Gestalt eines Kugelsegmentes geben, und daher unentstellte Kugeln liefern. Jederzeit besteht eine solche Vorrichtung aus zwei bogenförmigen (nach dem Kugelhalbmesser gekrümmten) Schneiden, die sich dergestalt gegen einander bewegen, daß der Halbmesser des Bogens, den sie dabei beschreiben, dem Kugelhalbmesser gleich ist, während die Kugel in dem Mittelpunkte dieser Bewegung fest liegt. Uebrigens kann dieser Mechanismus an der Kugelform angebracht, oder als besondere Maschine ausgeführt werden.

Die **Spitzkugeln**, balles coniques (von zuckerhutähnlicher Gestalt, für besondere Arten von Gewehren) erfordern Formen von eigenthümlicher Beschaffenheit, zumal wenn sie mit einer Höhlung auf ihrer Basis versehen sind[2]).

Die Kugeln erhalten im Gusse sehr gewöhnlich eine Unvollkommenheit, die ihrer Brauchbarkeit wesentlich schadet. Indem nämlich das Blei in Berührung mit der Form zuerst erstarrt, bleibt das heiße Innere noch einen Augenblick flüssig, und wenn es dann ebenfalls erstarrt, zieht es sich zusammen, kann folglich nicht ganz den Raum ausfüllen. So entstehen oft kleinere oder größere Höhlungen, von denen man äußerlich keine Spur entdeckt und welche gleichwohl den doppelten Nachtheil herbeiführen, daß die Kugel nicht völlig das beabsichtigte Gewicht hat, und daß ihr Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkte zusammenfällt, wodurch sie im Fluge vom Ziele abgelenkt wird. Man führte daher in der fabrikmäßigen Verfertigung der Kugeln (für den Militairgebrauch) eine Nacharbeit ein, welche darin besteht, die gegossenen Kugeln nach dem Abnehmen der Hälse zwischen zwei stählernen Stempeln mit halbkugelförmigen Vertiefungen in einer Prägpresse gewaltsam zusammenzudrücken, wodurch die Höhlungen im Innern verschwinden (**gepreßte Gewehrkugeln**). Da die Aushöhlung der Prägstempel von etwas kleinerem Durchmesser sein muß, als die rohe gegossene Kugel, so wird zwischen den Flächen der Stempel ein dünner Grath von Blei herausgequetscht, der sich jedoch leicht und ohne eine erhebliche Spur zurückzulassen, mit dem Messer wegschneiden läßt. Dieses Verfahren ist von guter Wirkung, verursacht aber eine Vermehrung der Arbeit und folglich der Kosten.

Eine andere Art gepreßter Gewehrkugeln sind diejenigen, welche gar nicht gegossen, sondern aus Bleistangen durch eine Preßmaschine der vorerwähnten Art hergestellt werden. Die Stangen werden mit ovalem Querschnitt in etwa 600^{mm} Länge gegossen, dann zur Verdichtung mehrmals durch ein kleines Walzwerk (ähnlich dem für rundes Stabeisen) ge-

---

1) Jahrbücher IV. 574.
2) Polyt. Centr. 1852, S. 875. — Polyt. Journ., Bd. 126, S. 274.

führt, und kommen in die Preßmaschine dergestalt, daß ihr größerer Durchmesser in der Richtung des Druckes liegt. Sie haben, wenn sie aus der Maschine hervorgehen, die Gestalt eines 0,9 bis 1,2m langen dünnen Bandes, auf dessen zwei Flächen die halbkugeligen Erhöhungen, paarweise einander gegenüber, hervorragen. In einer zweiten Maschine (einem sogenannten Durchschnitt) werden sodann die Kugeln ausgeschnitten, wobei das Band mit runden Löchern an den Stellen, wo die Kugeln gesessen haben, abfällt[1]). Es gibt auch Kugelpreßmaschinen, welche alle Operationen der Reihe nach mit jeder Kugel sofort ausführen und schließlich durch Rollen die Kugeloberfläche glätten[2]). — Gepreßte Spitzkugeln werden, wenn sie voll (massiv) sind, aus Stangen auf dieselbe Weise gemacht, wie eben von den runden Kugeln angegeben worden ist; die mit Höhlung aber stellt man durch eine Maschine her, welche von dem zylindrischen Bleistabe Stück um Stück abschneidet und sofort ein jedes Stück in eine dreitheilige Form einführt, durch deren Schließung die Kugel entsteht, indem zwei Formtheile zusammen die äußere Gestalt erzeugen und der dritte Theil (ein Stempel) die Höhlung auf der Grundfläche eindrückt. Die erforderlichen Bleistäbe werden in sehr beträchtlichen Längen durch Pressen verfertigt, wie an einer späteren Stelle bei Gelegenheit der gepreßten Röhren beschrieben ist.

4) Flintenschrot (Schrot, Bleischrot, Hagel, Schießhagel, dragée, plomb de chasse, *shot*)[3]). Dieses Fabrikat ist ein merkwürdiges Beispiel von Gießerei ohne eigentliche Gießform; denn die Schrotkörner sind in der That nichts anderes als erstarrte Bleitropfen. Die Größe der Körner wird durch Nummern bezeichnet, welche gewöhnlich von 00, 0, 1 bis 10, auch wohl bis 12 und 16 gehen; öfters hat man auch noch gröbere Sorten als 00, die man alsdann mit P und PP benennt. Die feinste Sorte trägt immer die höchste Nummer. Die größten Körner haben gegen 6mm im Durchmesser, die kleinsten (der sogenannte Vogeldunst, cendre de plomb, cendrée, *dust shot*) nur etwa 1mm und selbst bis zu 0,6mm herab; von ersteren gehen ungefähr 960, von letzteren 205200 bis 820000 auf 1kg.

Das Blei wird zur Schrotfabrikation nicht rein, sondern stets mit einem Zusatze von Arsen (man wendet weißes Arsen mit kleingestoßener Holzkohle, oder rothes Schwefelarsen, Realgar, an) verarbeitet, wodurch es mehr Fähigkeit erhält, Tropfen zu bilden. Auf 6 bis 7 Zentner Blei (gutes, weiches Blei ist wesentlich) nimmt man 1,2 bis 1,5kg weißes Arsen; oder man schmelzt erst 500kg Blei mit 10kg rothem Arsen, und von dem dadurch gewonnenen arsenhaltigen Blei 250kg mit 250kg reinen Bleies zusammen. Während das Arsen mit dem Blei durch Schmelzen vereinigt wird, muß der gußeiserne Schmelzkessel mit einem blechernen, mit Lehm verstrichenen Deckel wohl verschlossen und in ziemlich starker Hitze gehalten werden.

Antimonhaltiges Blei (Hartblei, S. 45) kann mit einem geringeren Arsenzusatze verarbeitet werden, als reines; ja es soll Schrot ganz ohne Arsen, nur mit Beimischung von Antimon (2kg auf 100kg Blei), fabrizirt werden.

Aus dem Kessel schöpft man das Blei mit einem eisernen Löffel, um es in die Schrotform (fond, passoire, *card*) zu gießen. Letztere ist eine länglich viereckige (150 bis 350mm lange, 100 bis 250mm breite und 62 bis 75mm tiefe) oder runde (oben 225mm, unten 200mm weite) Pfanne von Eisenblech, ohne Füße, deren Boden mit sehr regelmäßig runden und glattrandigen (um wenigstens das Dreifache ihres Durchmessers von einander entfernten) Löchern von einerlei Größe versehen ist. Der Durchmesser der Löcher richtet sich nach dem Durchmesser der zu erzeugenden Schrotkörner, ist aber kleiner als diese. Für jede Schrot-Nummer ist daher eine eigene Form nöthig. Um das Anhängen des Bleies an die Form zu verhindern, wird dieselbe vor dem Gießen mit Lehmwasser bestrichen und wieder getrocknet. Wollte man das Blei unmittelbar in eine Form mit nicht gar kleinen Löchern gießen, so würde es in zusammenhängenden Strömen durch die Löcher laufen; man bedeckt deshalb den Boden der Form mit Bleikrätze, Bleischaum, Bleiasche, crême (wie sie beim Schmelzen auf der Oberfläche des Bleies entsteht); diese lockere Substanz läßt das daraufgegossene Blei nur allmälig durchsickern, sodaß es in Tropfen durch die Löcher fällt. Diese Tropfen werden in einem Bottich mit Wasser aufgefangen und stellen in erstarrtem Zustande die Schrotkörner dar. Je heißer das Blei gegossen wird, desto kleiner fallen die Tropfen. Bei den kleinsten Sorten wendet man keine Bleikrätze an, weil die engen Löcher sich bald verstopfen würden. Nach

---

1) Polyt. Journ., Bd. 79, S. 346; Bd. 85, S. 78.
2) Polyt. Journ., Bd. 112, S. 105.
3) Die englische Schrotgießerkunst, von J. N. Duband. Heilbronn, 1853. — Jobard, Bulletin X. 211.

der älteren Verfahrungsweise war die Schrotform nur etwa 2m hoch über dem Wasser angebracht. Hiermit ist aber der höchst wesentliche Nachtheil verknüpft, daß die Tropfen entweder noch ganz flüssig oder doch erst halb erstarrt in das Wasser gelangen. Sie verlieren dadurch zum Theil ihre regelmäßige Gestalt, werden birnförmig, flach oder höckerig, folglich unbrauchbar; zum Theil kühlen sie sich wenigstens ungleichmäßig ab, und indem die äußerste, durch das Wasser plötzlich abgekühlte Rinde früher fest wird, entsteht durch die spätere Zusammenziehung der inneren Masse eine Höhlung in dem Korne. Ist diese einigermaßen bedeutend und die ihr zunächst liegende Kruste nur dünn, so senkt sich letztere durch den äußeren Luftdruck trichterartig ein oder wird mit einem Löchelchen durchbrochen; befindet sich aber die Höhlung zufällig mehr gegen die Mitte hin, so zeigt sich wohl auch keine Spur davon auf der Oberfläche. In beiden Fällen liegt der Schwerpunkt des Kornes außerhalb seines Mittelpunktes und das Schrot zerstreut sich beim Schusse sehr stark.

Da der eben angezeigte wesentliche Fehler seinen Grund in der zu schnellen Abkühlung der Bleitropfen durch das Wasser hat, so ist es weit zweckmäßiger, die Schrotform und den Bleikessel auf der Höhe eines thurmartigen Gebäudes (Schrotthurm)[1]) oder über einem aufgelassenen Bergwerks-Schacht anzubringen und die Tropfen durch einen Raum von wenigstens 30 bis 36m Höhe herabfallen zu lassen, bevor sie in das Wasser gelangen. Hierbei haben sie Zeit, während des Falles sich vollkommen abzurunden und in der Luft gänzlich (also gleichmäßiger als im Wasser) zu erstarren. Diese wichtige, jetzt allgemein eingeführte Verbesserung der Schrotfabrikation ging von England aus; sie liefert das sogenannte Patentschrot, dessen Körner regelmäßig rund, ohne Einsenkungen oder Grübchen sind und viel weniger Ausschuß enthalten. Es soll für die schöne Gestalt der Körner vortheilhaft sein, das Wasser 150mm hoch mit Oel zu bedecken; und wenn man statt des letzteren eine 300mm dicke Schicht von beständig flüssig erhaltenem Talg anwendet, soll ohne Nachtheil die Fallhöhe der Tropfen sehr bedeutend vermindert werden können.

Wird während des Falles der Bleitropfen denselben ein starker aufsteigender Luftstrom entgegengetrieben (welcher sowohl die Fallgeschwindigkeit etwas verringert als die Abkühlung befördert), so reicht eine mindere Fallhöhe (z. B. von 15m) aus. Der hierzu dienliche Apparat[2]) besteht aus einem von Eisenblech konstruirten zylindrischen 500mm weiten Schlauche, in welchem unten seitwärts eine Röhre einmündet, um den Wind eines Ventilators oder anderen Gebläses zuzuleiten; oben auf diesem Schlauche befindet sich die Schrotform.

Das Schrot muß, nachdem es an der Luft oder in einer erwärmten eisernen Pfanne abgetrocknet ist, zunächst von allen fehlerhaften, unrunden Körnern getrennt (triage), und dann nach der Größe sortirt werden. Um den ersteren Zweck zu erreichen, legen die damit beauftragten Arbeiterinnen eine Portion Schrot nach der andern auf ein 750mm langes, 300mm breites, an den zwei langen Rändern und an einer schmalen Seite mit Leisten eingefaßtes Bret (Ablaufbret), welches sie etwas schräg auf den Knieen liegen haben; die runden Körner rollen herab und werden aufgefangen, die fehlerhaften bleiben liegen und müssen als Ausschuß wieder eingeschmolzen werden. Diese Operation wiederholt man, um des vollständigen Erfolges gewisser zu sein. Man sucht auch wohl zuweilen die fehlerhaften Körner mittelst eines Zängelchens heraus. Das Sortiren (échantillonnage, tamisage) ist nothwendig, weil — wenngleich im Ganzen eine Schrotform Körner von ziemlich einerlei Größe liefert — doch auch größere und kleinere sich darunter befinden. Es geschieht in kleinen Schrotgießereien mit einem Sortirsiebe (tamis), in Fabriken mittelst einer Sortirmaschine. Das Sortirsieb besteht aus einer Anzahl auf einander gesetzter zylindrischer Büchsen von Weißblech, deren Böden so durchlöchert sind, daß die Löcher in der obersten Büchse am größten und in jeder folgenden Büchse um ein wenig kleiner sind. Jede Größe entspricht einer Nummer des Schrot-Sortimentes. Indem man das getrocknete Schrot in die oberste Büchse oder Abtheilung giebt und das Sieb schüttelt, bleiben alle Körner, die zu groß sind, auf dem Boden liegen und die durchfallenden sondern sich von selbst nach ihrer Größe in den einzelnen Abtheilungen von einander ab. Die Sortirmaschine ist nach dem nämlichen Prinzip gebaut, nur sind die einzelnen Siebe mit den verschieden großen Löchern in Gestalt länglich viereckiger Kästen (von 600mm Länge, 300mm Breite und 220 bis 300mm Tiefe) neben einander aufgestellt und werden dieselben durch eine maschinelle Einrichtung hin- und her-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 38, S. 357.
[2]) Brevets 1844, T. 16, p. 86. — Génie ind. IX. p. 32. — Jobard, Bulletin, T. 27, p. 97. — Polyt. Journ., Bd. 116, S. 97.

geschüttelt. Den Durchfall des einen Kastens bringt man in den folgenden Kasten mit etwas kleineren Löchern, in welchem wieder die noch vorhandenen größten Körner zurückbleiben. Eine andere Einrichtung besteht darin, daß die mit Löchern von verschiedener Größe versehenen Blechtafeln (welche bei der eben beschriebenen Maschine die Böden abgesonderter hölzerner Kästen bilden) in einer Reihe nach einander in einen etwas geneigten langen Rahmen eingesetzt sind. Dieser Rahmen, sowie ein am höchsten Ende desselben angebrachter Rumpf oder Kasten, aus welchem das Schrot nach und nach auf die Siebe läuft, wird durch ein Zackenrad geschüttelt. Unter jedem Siebe ist eine Schublade zur Aufsammlung des Durchfalles. Oefters wird erst nach dem Sortiren die schon beschriebene Aussonderung der unrunden Körner vorgenommen. In einigen Fabriken bedient man sich des folgenden Verfahrens, welches in gewissem Grade beide Operationen vereinigt: Die Schrotkörner werden in einen hölzernen Trog geschüttet, welcher unten eine 75 bis 100mm weite, mit einem Schieber verschließbare Oeffnung hat. Unter diesem Troge ist eine schiefe Fläche von mäßigem Neigungswinkel angebracht, auf welche die Schrote beim Oeffnen des Schiebers fallen. Die schiefe Ebene hat mehrere Unterbrechungen, d. h. sie besteht aus mehreren Theilen, zwischen welchen jedes Mal querüber eine etwa 80mm breite Kluft sich befindet. Die Wirkung dieses Apparates ist eine doppelte: es werden nämlich die unregelmäßig gestalteten Körner abgesondert und auch die guten Körner nach ihrer Feinheit vorläufig sortirt. Die unrunden, z. B. birnförmigen, Körner (larmeux) rollen auf der geneigten Fläche nicht gerade fort, sondern beschreiben eine bogenförmige Bahn und fallen daher über die Seitenränder hinab; die runden (kugelförmigen) hingegen eilen in gerader Linie die schiefe Ebene entlang, jedoch mit verschiedener Schnelligkeit. Die größten überspringen die Zwischenräume oder Klüfte sämmtlich und sammeln sich unten in einem Behälter; die weniger großen überspringen auch einige Zwischenräume, fallen aber in einen der letzteren hinein, wo sie von andern Gefäßen aufgenommen werden; die kleinsten endlich fallen schon in die erste Kluft. Die Vollendung des Sortirens geschieht auf dem Siebe, erfordert aber viel weniger Zeit als ohne die beschriebene Vorbereitung nöthig sein würde.

Um das Schrot vor dem Anlaufen durch die oxydirende Wirkung der Luft zu schützen und ihm Glanz und Glätte zu geben, wird es mit einer kleinen Menge gepulverten Reißbleies (4 bis 8g auf 100kg Blei) in einer um ihre Achse gedrehten, liegenden (hölzernen oder gußeisernen) Tonne gescheuert (Poliren, roder, lustrer, lustrage), wodurch es eine schwärzliche Farbe annimmt, indem sich feine Stäubchen von Reißblei in die Poren des Bleies legen. Der in England gemachte Versuch, statt des Reißbleies Quecksilber oder Zinn-Amalgam anzuwenden, macht das Verfahren kostspieliger, und der dem Schrot dadurch mitgetheilte weiße Glanz ist nicht dauerhaft.

Gutes Flintenschrot muß aus richtig kugelrunden, glatten und glänzenden Körnern bestehen, unter einer Nummer nur Körner von sehr nahe gleicher Größe enthalten und im Sortimente nicht zu starke Unterschiede der Größe bei den auf einander folgenden Nummern darbieten.

5) Buchdrucker-Schriften (Schriftgießerei, fonderie de caractères, *type founding*) [1]. — Die kleinen Theile, aus welchen die Formen zum Bücherdruck zusammengesetzt werden und die man unter dem allgemeinen Namen Typen, caractères d'imprimerie, *printing types* (in engerem Sinne, sofern namentlich von Buchstaben-Typen die Rede ist, auch Lettern) versteht, sind aus einer Mischung von Blei und Antimon, öfters mit noch anderen Zusätzen (Schriftzeug, S. 45) gegossen, und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben rc. in verkehrter (d. h. einem Spiegelbilde entsprechender) Relief-Darstellung.

Nebst den eigentlichen Schriften (Buchstaben mit dazu erforderlichen Ziffern, Interpunktionszeichen u. dgl.) gehören dahin: Zeichen verschiedener Art (mathematische, chemische, Kalender-Zeichen rc.); Klammern, einfache und verzierte Linien, Röschen, Einfassungen; ferner die nicht zum Abdrucke, sondern nur zur Ausfüllung der im Drucke leer bleibenden Räume bestimmten Ausschließungen (nämlich Quadrate oder Gevierte,

---

[1]) A. Henze, Handbuch der Schriftgießerei und der verwandten Nebenzweige. Weimar 1844 (138. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — C. Hartmann, Handbuch der Metallgießerei, Weimar 1840, S. 637. — Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Heeren, 2. Aufl. 3. Bd. Prag 1857, S. 164. — Technologische Encyklopädie, Bd. XVI., XVII., XVIII. Artikel: Stereotypie und Schriftgießerei. — J. K. Bachmann, Die Schriftgießerei, Leipzig 1867.

Halbgevierte und Spatien); endlich der Durchschuß, welcher zwischen die Zeilen eingesetzt wird, wenn man sie in größeren Abstand von einander bringen will (theils dünne Streifen von der Länge der Zeilen: Durchschuß-Linien, theils kürzere dickere Stücke: Konkordanz-Quadrate). — Die Lettern sind vierseitig prismatische Stäbchen von 23 bis 25mm Höhe (Papierhöhe, hauteur-type), welche auf der oberen Endfläche (Auge, oeil) das Bild der Buchstaben ꝛc. tragen. Die Dicke dieser Stäbchen, in der Richtung der Höhe der Buchstaben gemessen, heißt der Kegel, Schriftkegel (corps, *body*), beträgt von etwa 1mm bis zu 30mm und darüber, und wird in seinen zahlreichen Abstufungen durch eigene Namen bezeichnet. Jede Letter besitzt nahe am Fuße und zwar auf der Fläche, welche dem unteren Ende des Buchstabens entspricht, eine halbrunde Auskerbung (Signatur, cran), welche beim Zusammenreihen der Lettern als ein fühlbares Merkmal dient, um ohne Ansehen die richtige Stellung zu finden.

Die Gießform des Schriftgießers (das Instrument, Gieß-Instrument, moule, *mould*) [1]) ist aus messingenen, eisernen und hölzernen Bestandtheilen zusammengesetzt; in dieselbe wird ein genau parallelepipedisch zugerichtetes Stück Kupfer eingelegt, welches den vertieften Abdruck des zu gießenden Buchstabens oder Zeichens enthält (die Matrize, Mater, matrice, *matrix*). Theils durch Wechseln einiger Bestandstücke — namentlich jedenfalls der Matrize, — theils durch bloße Verschiebung anderer, wird das Instrument zum Gießen verschiedener Arten und Größen von Buchstaben geeignet gemacht; und daraus allein geht dessen ziemlich künstliche Zusammensetzung hervor, welche bei der Einfachheit der darin erzeugten Gußstücke sonst nicht nöthig wäre. Die Metallbestandtheile des Instrumentes sind in zwei hölzerne Schalen eingeschlossen, damit sie nicht durch die Hitze den Händen des Gießers beschwerlich fallen; das Ganze läßt sich mittelst dieser Schalen augenblicklich in zwei Theile trennen und eben so schnell wieder zusammensetzen (schließen). Das Eingießen des Metalles geschieht durch einen hohen trichterartigen Kanal, welcher auf dem (beim Gusse nach oben gekehrten) Fuß-Ende der Letter mündet.

Zur Verfertigung der Matrizen wird für jeden Buchstaben und jedes Zeichen ein Relief-Punze in Stahl geschnitten (Patrize oder Stempel, poinçon, *punch* genannt) [2]), welche man nachher in das Kupferstück mittelst des Hammers einschlägt, um den erforderlichen vertieften Abdruck (Abschlag) zu bilden; zuletzt wird die Matrize zur richtigen Gestalt und Größe befeilt (das Justiren). Ohne Stahlstempel stellt man, über Typen von Schriftzeug, Matrizen durch Galvanoplastik dar, und zwar in Gestalt von Plättchen, welche man sodann mit Schriftzeug umgießt, um ihnen den erforderlichen Körper zu geben.

Das Gießen geschieht vor einem gemauerten kleinen Ofen von zylindrischer Gestalt, auf dessen oberer Fläche ein runder gußeiserner Kessel (die Gießpfanne) eingesetzt ist, um in diesem das Schriftzeug beständig flüssig zu erhalten. Zur Ableitung der Metalldämpfe ist nahe über dem Kessel ein blecherner Hut von der Gestalt eines umgestürzten Trichters angebracht, dessen weiter fortgesetztes Rohr in den Schornstein mündet und durch welchen man zweckmäßig einen künstlich erregten Luftzug leitet [3]). Drei oder vier Arbeiter stehen um den Gießofen herum an einer tischartigen hölzernen Einfassung, jeder mit einem Gießinstrumente und einem kleinen eisernen Löffel ausgerüstet. Der Gießer hält das zusammengesetzte (geschlossene) Instrument in der linken Hand, schöpft mit dem Löffel in seiner Rechten etwas Metall aus dem Kessel und gießt es in den Einguß, so daß dieser sich ganz damit füllt. In demselben Augenblicke befördert er durch eine eigenthümliche schwingende Bewegung des Instrumentes das Eindringen des Metalles in die feinsten Vertiefungen der Matrize; dann öffnet er ohne Verzug (nach Weglegung des Löffels) das Instrument mit der rechten Hand, wirft die gegossene Letter heraus, und schließt es wieder, um den nächsten Guß zu machen. — Für Klammern, Linien, Ausschließungen gebraucht man größere, übrigens ähnlich eingerichtete Gießinstrumente, wie jene für die Lettern sind.

In den englischen Schriftgießereien arbeiten niemals mehrere Gießer an einem Ofen, sondern jeder hat sein eigenes Feuer und seine eigene Pfanne. Letztere ist im lichten Durchmesser etwa 200mm groß und mit einem umzulegenden korbhenkelartigen Bügel von Eisendraht versehen, an dem sie jederzeit leicht vom Ofen abgehoben werden kann. In der

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1849, S. 680. —, Meyer's Journal für Buchdruckerkunst ꝛc. 1852, Nr. 21; 1853, Nr. 14. — Armengaud XV. 495.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XVI. Artikel: Stempelschneidekunst.

[3]) Gewerbe-Blatt für Sachsen, IV. Jahrg., Chemnitz 1839, S. 270.

den Fenstern des Gießsaales gegenüber befindlichen Mauer, längs welcher die Arbeiter in einer Reihe angestellt sind, läuft schräg ansteigend ein Zugkanal, in welchen die Züge aller einzelnen Oefen einmünden. Jeder Gießer ist von dem nächsten durch eine Wand oder einen Schirm von Schwarzblech getrennt, gegen welchen das beim Schütteln des Gießinstrumentes herausgeworfene Metall fliegt, um daran (da der Schirm etwas geneigt ist) herabzulaufen. Diese Absonderung der Gießer von einander erfordert vielleicht etwas mehr Feuerung, gewährt aber den Vortheil, daß ein Jeder den Hitzegrad seines Metalles für sich so reguliren kann, wie die zu gießende Schriftgattung erfordert.

Die ganze Reihe von Handgriffen, welche zum Gießen einer Letter erfordert wird, verläuft mit solcher Schnelligkeit, daß von kleiner Schrift ein fleißiger Arbeiter 12 Güsse in einer Minute macht; der Regel nach kann man als höchste Leistung für die Stunde ungefähr 700 Stück von kleiner Schrift, oder (mit Rücksicht auf die kleinen Unterbrechungen) für einen Tag von 12 Arbeitsstunden etwa 7000 Stück rechnen; gewöhnlich werden nicht über 4000 bis 5000 geliefert. Das Gießen großer Schriften geht viel langsamer von Statten.

Es sind verschiedene mechanische Vorrichtungen zur Schriftgießerei in Anwendung gekommen:

a) Clichir-(Klischir-)Maschine, *dabbing machine*, zur Darstellung der allergrößten Lettern [1]). Das Wesentlichste derselben besteht darin, daß eine Gießform, in welche die Matrize von oben her (mit dem Abschlage nach unten) eingelegt wird, auf einem horizontalen gußeisernen Fundamente befestigt ist, daß neben dieser Form sich eine große viereckige (z. B. 75^{mm} im Quadrat messende, 100^{mm} tiefe) Eingußöffnung befindet, welche mittelst eines engen Kanales durch die Seitenwand der Form in diese letztere einmündet, und das Metall gewaltsam durch einen raschen Schlag in die Form getrieben wird. Zu diesem Behufe ist auf dem Fundamente eine Art Fallwerk angebracht, bestehend aus einer in Leitungen senkrecht auf und ab beweglichen Eisenstange von etwa 1,2^{m} Höhe bei 45^{mm} Dicke, welche am oberen Ende mittelst einer aufgesetzten Kugel beschwert ist, unten aber einen würfelförmigen eisernen, in die Eingußöffnung passenden Klotz (Bär) trägt. Die Stange mit dem Klotze wird aufgehoben; man gießt die nöthige Menge Metall in die Eingußöffnung und läßt dann sogleich die Stange fallen, wobei deren Klotz auf das flüssige Metall schlägt und dasselbe durch den Seitenkanal in die von der Matrize bedeckte Formhöhlung treibt. Zum Ausgange der Luft aus der Form sind eigene feine Oeffnungen angebracht.

b) Gießpumpe [2]), zum Gießen großer wie kleiner Schriftgattungen. — In dem mit flüssigem Schriftzeug gefüllten Kessel steht eine kleine eiserne Druckpumpe, deren Kolben durch Druck der Hand auf einen Hebel niedergedrückt wird und durch ein Rohr mit Mundstück das Metall in das vorgehaltene gewöhnliche Gießinstrument spritzt. Die Pumpe ersetzt aber nur den Gießlöffel; alles Uebrige bleibt Handarbeit. Beim Nachlassen des Hebels wird derselbe sammt dem Kolben durch eine starke Feder wieder gehoben. Da ein Ventil in dieser Pumpe unanwendbar sein würde, so füllt sich der Stiefel durch Einlaufen des Metalles von oben oder mittelst zweier seitlich durchgebohrter Löcher; für den ersteren Fall ist der Kolben am unteren Ende auf eine Strecke seitwärts flach abgefeilt, sodaß er bei seinem höchsten Stande eine Oeffnung im Stiefel frei läßt; für den zweiten Fall hat er zwar durchgehends die volle Zylindergestalt, wird aber bis über jene Seitenlöcher des Stiefels gehoben, um unter sich das Metall einzulassen. Hier wie dort ist der Kolben ein eiserner, in den Stiefel nahezu passender Zylinder ohne weitere Dichtungs-Vorrichtung. — Die Gießpumpe beschleunigt das Gießgeschäft, liefert aber wegen des gewaltsamen raschen Einspritzens der Metallmasse in das Instrument — wobei die Luft nicht völlig entweichen kann, Lettern mit Höhlungen im Innern, sodaß deren Gewicht oft nur drei Viertel vom Gewichte der mit dem Löffel gegossenen beträgt.

c) Gießmaschine, Letterngießmaschine [3]). Sie besteht aus einer Verbindung der eben beschriebenen Gießpumpe mit dem Gießinstrumente in solcher Art, daß letzteres

---

1) J. H. Meyer's Journal für Buchdruckerkunst ꝛc. Jahrg. 1838, Nr. 1.

2) Gewerbe-Blatt für das Königreich Hannover, III. Jahrg. Hannover 1844, S. 135. — Polyt. Journ., Bd. 95, S. 12. — Meyer's Journal für Buchdruckerkunst ꝛc. 1850, Nr. 5. — Polyt. Centr. 1850, S. 961.

3) Polyt. Journ., Bd. 104, S. 248; Bd. 126, S. 270. — Polyt. Centr., Jahrg. 1847, S. 1521. — Journal für Buchdruckerkunst ꝛc. Herausgegeben von J. H. Meyer, Braunschweig., Jahrg. 1846, Nr. 18; Jahrg. 1848, Nr. 11. — Génie ind. VI. 201. — Brevets 1844, T. VIII., p. 156. — Armengaud XV. 493. — Kunst- und Gewerbeblatt, 1853, S. 30.

nicht mit der Hand bedient wird, sondern alle Bewegungen (das Pumpen, das Oeffnen und Schließen des Instrumentes, dessen Annäherung an das Mundstück der Pumpe und nachher die Zurückziehung, das Herauswerfen der gegossenen Lettern) durch besondere Mechanismen bewirkt werden. Der Betrieb des Ganzen findet durch Umdrehung der Kurbel an einem Schwungrade Statt. Im gehörigen Gange liefert die Maschine 40 bis 70 Güsse (also eben so viel Stück) in einer Minute; dennoch werden, der unvermeidlichen Störungen wegen, nur 12000 bis 20000 Stück in einem Tage von 10 Arbeitstunden erzeugt.

Zurichtung der gegossenen Typen. — Auf den rohen gegossenen Typen sitzt der vierseitig pyramidale Anguß, Gußzapfen (jet, *break*), welcher durch Ausfüllung des Gußloches im Instrumente entstand, und zum Theil trichterartig hohl ist, weil durch die beim Gießen Statt findende Schüttelung etwas Metall noch flüssig wieder herausgeworfen wurde. Die Lettern kommen nun zunächst in die Hände von Knaben, welche die Angüsse abbrechen (rompre, 2000 bis 5000 in einer Stunde). Dann folgt das Abschleifen des Grathes oder der feinen hervorspringenden Gußnath, welche durch Eindringen des Metalles in die Fugen des Gießinstrumentes an zwei diagonal einander gegenüber stehenden Kanten entstanden ist. Dies wird ebenfalls von Knaben ausgeführt, welche auf einem flachen feinkörnigen Sandsteine jede Letter mit den beiden breiten Seitenflächen rasch ein oder ein Paar Mal hin und her schieben. Diese Behandlung (Schleifen, frotter, *rubbing*) kann von einem Knaben wohl mit 2000 Lettern in einer Stunde vorgenommen werden; man hat aber auch Letternschleifmaschinen[1]), welche zwischen zwei mit Feilenhieb versehenen Stahlplatten beide Flächen zugleich abschleifen, die Lettern selbst einführen und auswerfen und mit Kurbel und Schwungrad durch Treten bewegt werden. — Auf das Schleifen folgt das Bestoßen (couper). Die Lettern werden dazu in Reihen aufgesetzt (composer), und diese zwischen zwei eisernen Linealen auf dem Bestoßtische (coupoir) eingeklemmt. Das Auge ist zuerst nach unten gekehrt und der Fuß, mit der Spur des weggebrochenen Angusses, befindet sich oben. Bei dieser Stellung wird mittelst eines eigenthümlichen Hobels die Spur des Angusses weggehobelt, und zwar so tief, daß auf der Fußfläche der Lettern eine Furche oder Auskehlung (gouttière) entsteht. Auf dem Bestoßtische muß endlich auch noch jene Kante der Lettern, welche sich auf dem Buchstaben-Ende (Auge) an der Signatur-Seite befindet, schräg abgehobelt werden (dégager), wozu man die Lettern-Reihe umkehrt (auf das Fußende stellt), also das Auge nach oben bringt, und hierauf den nämlichen Hobel, in demselben aber ein anders gestaltetes Schneideisen anwendet.

Hin und wieder hat man, mit sehr bedeutendem Nutzen für die Dauerhaftigkeit der Lettern, eine galvanische Verkupferung derselben auf ihrer Bildfläche vorgenommen.

Gegossene Linien werden (statt des Abschleifens) zur Glättung ihrer Seitenflächen in einer Art Ziehbank unter einem schneidigen Eisen durchgezogen. Die Kante, welche sich abdrucken soll, wird ebenfalls auf dem Bestoßtische mittelst zweckmäßig gestalteter Hobeleisen zugerichtet, bei breiten Linien oft mit einer oder mehreren Furchen versehen, wodurch sie im Abdruck das Ansehen zweier oder mehrerer paralleler Striche darbieten (sogenannte azurirte Linien).

Dem Gießen der Buchdrucker-Schriften sind hier zwei dem Zwecke und theilweise der Ausführung nach sehr verwandte Arbeiten anzureihen, nämlich das Abklatschen und das Stereotypiren.

Durch Abklatschen, Clichiren (clicher, clichage, *dabbing*) vervielfältigt man in Holz oder Metall geschnittene Zeichnungen, um sie als Vignetten, Einfassungen ꝛc. zum Bücherdruck zu gebrauchen; ferner Medaillen u. dgl. Von dem Originale wird zunächst ein Abdruck genommen, welcher dann als Form (Matrize) dient, um eine beliebige Anzahl Kopien herzustellen. Zu den Matrizen wird Blei, Schriftzeug, auch Kupfer angewendet; die ersteren beiden gestatten die Verfertigung der Matrizen durch Abklatschen, da sie leichtflüssig sind; in Blei können Messing- und Stahlschnitte auch kalt eingepreßt werden; kupferne Matrizen gewinnt man, sofern das Original von Stahl ist, ebenfalls durch kaltes Einpressen (Abprägen), über Originalen aller Art aber mittelst der Galvanoplastik. In jedem Falle ist die Matrize ein höchst getreuer — aber entgegengesetzter — Abdruck des Originales in Gestalt einer mehr oder weniger dünnen Platte, welche zu bequemerer Handhabung beim Abklatschen auf einem Stücke Holz befestigt wird. Als Material zur Darstellung des Abklatsches (cliché) eignen sich besonders solche leichtschmelzende Metallmischungen, welche beim Abkühlen nach der Schmelzung langsam erstarren

[1]) Meyer's Journal für Buchdruckerkunst ꝛc. Jahrg. 1848, Nr. 19.

und dabei für kurze Zeit einen dickflüssigen, fast breiartigen Zwischenzustand annehmen, wie es vorzugsweise bei Legirungen aus Blei, Zinn und Wismuth (S. 43), sowie aus gleichen Theilen Zinn und Blei, der Fall ist; übrigens taugt auch das Schriftzeug, selbst Blei ohne Zusatz. Das Metall wird in einer gleichmäßigen, nur 3 bis 4 mm hohen Schicht auf Papier gegossen (dessen Ränder man aufgebogen hat, um eine Art niedrigen Kästchens zu bilden); dann faßt man die Matrize mit der Hand und schlägt sie, schnell und kraftvoll, senkrecht auf das Metall nieder in dem Augenblicke, wo letzteres dem Erstarren nahe ist. Da hierbei das Metall gewaltsam in die feinsten Vertiefungen der Matrize hineingetrieben wird, so gewinnt der Abdruck eine Schärfe und Genauigkeit, welche durch Guß der Regel nach nicht zu erreichen ist. Das Verfahren muß aber mit Vorsicht (wegen der herumspritzenden Metalltheile) ausgeführt werden, und mißlingt leicht, besonders bei etwas großen Gegenständen, zu welchen daher — schon des erforderlichen Kraftaufwandes wegen — ein Fall- oder Schlagwerk (Clichirmaschine, machine à clicher) [1]) angewendet werden muß. — Die zum Drucken bestimmten Abklatsche werden auf Klötze von Holz aufgenagelt oder auf Unterlagen von Schriftzeug mittelst Schnell-Loth festgelöthet.

Stereotypiren (stéréotyper, stéréotypage, *stereotyping*). — Metallene Formen zum Bücherdruck, welche nicht aus einzelnen Typen zusammengesetzt, sondern aus ganzen Platten gebildet sind, nennt man Stereotypen, und ihre Verfertigung das Stereotypiren [2]). Die erste Grundlage zu den Stereotypen ist jedenfalls ein gewöhnlicher aus beweglichen Typen zusammengestellter Satz, von welchem eine Matrize genommen wird, um in letzterer sodann die Druckplatten zu verfertigen. Unter den verschiedenen Methoden der Matrizenbildung ist gegenwärtig die durch Aufgießen von Gyps auf den Typensatz hauptsächlich im Gebrauch. Die Gypsmatrizen werden sodann mittelst eines Apparates in der stark erhitzten Metallmischung (6 Blei, 1 Antimon; oder 75 bis 120 Blei, 15 Antimon, 1 Zinn; oder 70 Blei, 30 Antimon, 2 Zinn, 1 Wismuth) untergetaucht oder in einer von zwei gußeisernen Platten gebildeten Gießform [3]) mittelst eines Löffels damit ausgegossen. Ziemliche Anwendung macht man ferner von Papiermatrizen, wozu man mehrere Bogen feinen Papieres mit Stärkekleister auf einander klebt und die so gebildete dünne Pappe, während sie noch gehörig feucht und weich ist, durch Aufschlagen mit der Bürste in den Typensatz einpreßt; das Abgießen in Metall geschieht dann mittelst einer Form wie vorstehend [4]). Die auf eine oder die andere Art dargestellten Stereotypplatten werden schließlich auf der Rückseite abgehobelt [5]) oder in der Drehbank abgedreht und auf Holztafeln genagelt. — Mittelst Gypsmatrizen pflegt man meistentheils auch die Holzschnitte zu Vignetten u. dgl. zu vervielfältigen, statt sie abzuklatschen.

6) Kunstguß aus Blei. Statuen u. dgl. gießt man zuweilen aus Blei, welches in dieser Anwendung wohl auch weiche Bronze (als Surrogat der eigentlichen Statuenbronze oder harten Bronze, S. 53) genannt, aber in der Regel nicht rein, sondern mit Antimon oder mit Antimon und Zinn versetzt angewendet wird. Die für diesen Zweig der Gießerei üblichen Methoden kommen ganz übereinstimmend auch für manche Fälle des Kunstgusses aus Zink und aus Zinnkompositionen zur Ausübung. Sie bestehen meist in einer Nachahmung derjenigen Verfahrungsarten, mittelst welcher man die Formen zum Bronze-Kunstguß herstellt (S. 113—116). Für kleinere Figuren u. dgl. von weniger als 1 m Höhe erleichtert man sich die Arbeit sehr durch Benutzung elastischer Modelle auf folgende Art. Ueber einem aus Thon bossirten oder aus Gyps gegossenen Original-Modelle fertigt man, durch successives Aufgießen eines Gemenges von gebranntem Gyps und Wasser, eine Form in so vielen Stücken als nach reiflicher Beurtheilung erforderlich ist, wobei nur bemerkt werden muß, daß man die Zahl der Stücke so klein als möglich nimmt und keineswegs darauf besteht, jedes einzelne Formstück ohne Weiteres vom Modelle abheben zu können, vielmehr (sofern dies zugelassen wird) das Modell opfert, indem man diejenigen vorragenden Theile desselben, welche sich ihrer Gestalt und Stellung wegen nicht

---

[1]) Technolog. Enkyklopädie, Bd. I. S. 63.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XVIII. S. 1—145. — H. Meyer, Handbuch der Stereotypie. Braunschweig 1838. — Hartmann's Handbuch der Metallgießerei, S. 686. — Henze, Handbuch der Schriftgießerei, S. 188. — A. Isermann, Anleitung zur Stereotypen-Gießerei in Gyps- u. Papiermatrizen, Leipzig 1869.
[3]) Génie ind. T. 14, p. 189. — Polyt. Journ., Bd. 147, S. 172.
[4]) Th. Archimowitz, die Papier-Stereotypie. Karlsruhe 1862.
[5]) Meyer's Journal für Buchdruckerkunst &c. 1864, Nr. 45.

ablösen können, durch Herausbrechen beseitigt. Die so gebildete und ordentlich zusammengestellte, inwendig gefirnißte Gypsform wird mit heißer und möglichst starker Leimauflösung (der man wohl einen kleinen Antheil Syrup zusetzt) vollgegossen. Nach dem Erkalten — wobei der Leim die Beschaffenheit einer zäh-elastischen Gallerte annimmt — läßt sich das so gewonnene Leim-Modell ohne Beschädigung aus der Form nehmen; um weit freistehenden Theilen desselben (z. B. ausgestreckten Armen u. dgl.) Haltbarkeit zu geben, hat man in diese beim Gusse zweckmäßig angebrachte Holzstäbchen eingeschlossen. Ueber das etwas abgetrocknete und mit Leinölfirniß überzogene Modell wird ferner aus einer Zusammensetzung von Ziegelmehl, feinem Formsand, Gyps und Wasser eine zweite Form gegossen, welche aber nur aus sehr wenigen Stücken (z. B. 4 bis 8) besteht, und wegen der weichen, elastischen Natur des Modelles dennoch leicht von diesem befreit werden kann. Die Stücke dieser Form werden vorsichtig getrocknet, dann bei sehr gelinder Glühhitze gebrannt, und sind nun zum Gebrauche fertig. Man kleidet sie zunächst auf der Innenseite mit einer Wachs- oder Thonschicht so dick aus, als die Metallstärke des Gusses verlangt wird, stellt sie so zusammen und bildet durch Vollgießen mit eben jener Gyps-Sand-Ziegelmehl-Masse den Kern. Nimmt man hierauf die Form vom Kerne ab, entfernt aus derselben das Wachs- oder Thonfutter und stellt sie abermals um den Kern zusammen, so ist sie zum Eingießen des Bleigemisches (oder Zinkes) bereit. Der Kern bleibt gewöhnlich in dem Gusse eingeschlossen; daß man denselben, zur Stützung in der Form, mit herausragenden eisernen Drähten oder Röhrchen versehen müsse (vergl. S. 115), bedarf kaum des Erwähnens.

Zum Bronze-Guß sind die hier beschriebenen Formen nicht anwendbar, weil sie der dabei einwirkenden viel größeren Hitze nicht widerstehen.

7) Das Gießen innen verzinnter Bleiröhren. Zur Herstellung der im Innern stark verzinnten Bleiröhren (welche zu Wasserleitungen neuerdings sehr beliebt geworden sind) gießt man zuerst einen dickwandigen Hohlzylinder aus Blei und Zinn auf folgende Art: In eine kreiszylindrische eiserne Form, welche mit großer Geschwindigkeit um ihre horizontale Achse rotirt, läßt man durch die hohlen Zapfen zuerst geschmolzenes Blei, alsdann geschmolzenes Zinn einströmen; ersteres bildet wegen seiner größeren Dichtheit unter Wirkung der Zentrifugalkraft die äußere Schicht, letzteres eine an dieselbe konzentrisch sich anschließende innere Schicht; beide Metalle verbinden sich, da sie flüssig sind, innig mit einander. Der so erhaltene Blei-Zinn-Zylinder wird alsdann zu dünnwandigen Röhren von erforderlicher Länge ausgezogen.

VII. Zinngießerei.

Die Zinngußwaren bestehen gewöhnlich aus mit Blei versetztem, seltener aus reinem Zinn: besonders dann, wenn durch den Bleigehalt keine Gefahr für die Gesundheit entsteht, wenn man hauptsächlich nach Wohlfeilheit trachten muß und wenn man möglichst scharfe Güsse haben will, wird der Zusatz von Blei stark erhöht; denn das sehr bleihaltige Zinn füllt die Formen besser aus als das reine. So werden die zinnernen Modelle der Gelbgießer (S. 100), die Verzierungen, welche man vergoldet auf hölzernen Rahmen anbringt, die als Kinderspielzeug dienenden Soldatenfiguren u. dgl. aus einer Mischung von ungefähr gleich viel Zinn und Blei gegossen. Zum Gießen des Zinnes dienen Sandformen (die man gleich jenen für den Messingguß herstellt), wenn man von dem Gegenstande, welcher erzeugt werden soll, ein Modell besitzt und nur sehr wenige Abgüsse erfordert werden. Da aber die meisten Zinngüsse Handelsware sind und daher in größerer Zahl verfertigt werden, so bedient man sich auch in der Regel fester (bleibender) Formen, die man aus verschiedenen Materialien herstellt. Die dauerhaftesten, aber auch kostspieligsten Formen liefert Messing; statt desselben gebraucht man oft das wohlfeilere Gußeisen und zu den Gegenständen aus Britannia-Metall (S. 42) theilweise Stahl. Sehr gewöhnlich für größere Formen war früher auch die Anwendung eines feinkörnigen, festen Sandsteines, der aber weniger Dauerhaftigkeit gewährt und sehr dick sein muß, wodurch die Formen leicht unbequem werden. Serpentin wird selten gebraucht; er ist theuer und zerspringt bei zu plötzlicher Erhitzung, läßt sich aber sehr glatt bearbeiten und liefert daher schöne Güsse. Blauer Schiefer (dickspaltiger Thonschiefer) dient für kleine Formen zu dünnen Gegenständen, empfiehlt sich durch die Leichtigkeit, mit welcher er gedrechselt,

geschabt und gravirt werden kann, zerspringt aber bei unvorsichtigem Erhitzen. Formen aus Gyps sind durch Gießen des Materiales über ein Modell mit Leichtigkeit darzustellen, und dienen daher besonders gut für Gegenstände von geschweifter und ähnlicher Gestalt, wo die Ausarbeitung anderer Formen zu mühsam und kostspielig sein würde; sie zerspringen aber ebenfalls, wenn man sie nicht vor dem Gebrauche sehr vorsichtig erwärmt, und bröckeln bei wiederholtem Gießen, durch die Hitze mürbe gemacht, ab — daher sie nur eine beschränkte Anzahl von Abgüssen aushalten. Kleine Formen, welche man über ein hölzernes oder bleiernes Modell gießt, macht man nicht selten aus Blei oder selbst aus Zinn; sie müssen (besonders die zinnernen) ziemlich dick sein, und darf man nicht zu heiß darein gießen, um keine Schmelzung derselben zu veranlassen. Endlich können bei einzelnen Gelegenheiten sogar Holz und Papier Bestandtheile solcher Formen bilden, in denen man nur wenige Abgüsse zu machen beabsichtigt.

Die Gießformen aus Metall und Stein müssen vor dem Eingießen erwärmt werden, damit sie nicht das Zinn zu schnell abkühlen und es zum Erstarren bringen, bevor noch die ganze Höhlung angefüllt ist; steinerne auch deshalb, um dem Zerspringen durch die Hitze des Zinnes vorzubeugen. Messingene und eiserne Formen versieht man mit hölzernen Handgriffen, um sie ohne Beschwerde halten zu können. Um dem Anhängen des Zinnes an die Formwände vorzubeugen, gibt man letzteren, wenn sie von Metall sind, einen Ueberzug von Ruß durch Anrauchen (flamber, *smoking*) über einem Feuer von Kienholz, auch (bei ganz kleinen Formen) über der Licht- oder Lampenflamme, oder man bestreicht sie *(anointing)* mit Wasser, in welchem Bolus, Töpferthon, Lehm, Eisenocker zerrührt ist, und läßt diesen Anstrich trocknen; sehr gut und dauerhaft ist ein Anstrich mit einer Mischung von Kienruß, Eiweiß und Essig. Sandsteinformen überzieht man mit in Wasser angerührter Kreide. — Das Zinn muß zum Gusse gehörig heiß sein und wird mit einem eisernen Löffel aus dem Kessel oder der Pfanne geschöpft und in die Formen gegossen. Man unterscheidet das Heißgießen und Kaltgießen. Das erstere ist nur bei messingenen oder eisernen Formen anwendbar und wird das Zinn dabei fast bis zum Anfange des Glühens erhitzt. Die Form — welche durch Eintauchen in das Zinn selbst erhitzt wird — kühlt man, während das Zinn darin noch flüssig ist (sogar schon während des Eingießens) mittelst eines nassen Lappens, wodurch der Guß eine glatte, von Grübchen freie Oberfläche erhält. Indem nämlich die vom Eingusse entferntesten Theile zuerst gekühlt und also zum Erstarren gebracht werden, kann sich die durch das Schwinden des Zinnes entstehende Leere aus dem noch flüssigen Theile füllen. Durch das Heißgießen (und Kühlen) erhält das Zinn außerdem einen besondern Grad von Härte, Steifheit und Klang; auch gießen sich feine scharfrandige Theile (z. B. die Gänge eines Schraubengewindes) bei diesem Verfahren vorzugsweise rein aus. Beim Kaltgießen (sowohl in messingenen Formen als in solchen von anderen Stoffen) gibt man dem Zinn nur so viel Hitze, daß es auf der Oberfläche nicht farbig anläuft. Wenn hier die Form nicht schon vorläufig erwärmt ist, so wird sie bald durch das Gießen selbst warm genug, wobei aber die ersten Güsse unvollständig ausfallen.

Die Formen werden beim Gießen überhaupt entweder in der Hand oder zwischen den Knieen gehalten, oder in eine einfache hölzerne Schraubenpresse eingespannt, welche vor dem Eingießen in eine zum Guß bequeme geneigte Lage gebracht wird. Die Ablösung des Gusses von der geöffneten Form wird bewirkt, indem man gegen die letztere mit einer Bleistange stößt, nachdem das Gußstück mittelst eines nassen Pinsels oder Lappens abgekühlt ist, um nicht bei der Erschütterung zu zerbrechen (da es in der dem Schmelzen noch nahen Hitze sehr mürbe ist.)

In der Regel werden nur Gegenstände von einfacher Gestalt als Ganzes gegossen; viele, besonders hohle Stücke, gießt man in mehreren Theilen, die man nachher durch Löthen vereinigt: auf diese Weise umgeht man die Nothwendigkeit sehr zusammengesetzter, daher theurer und beim Gebrauche schwierig zu behandelnder Gießformen. Von solchen macht man nur in großen Fabriken, im Besondern bei Verfertigung der Gegenstände aus Britannia-Metall, Anwendung. Die meisten gewöhnlichen Zinngießerformen bestehen demungeachtet aus mehreren Theilen, wobei zu bemerken ist, daß deren Theilungslinien zweckmäßig gewählt sein müssen, damit der Guß sich leicht von der Form, ohne Beschädigung des einen oder der andern, trennen läßt. Dort, wo sich die Formtheile berühren, muß ein Schloß (repère) an-

gebracht sein, d. h. einige Stifte oder Zapfen, ein erhabener Rand u. dgl. an einem Theile, wofür der andere Theil entsprechende Vertiefungen besitzt: hierdurch wird das richtige Zusammenpassen der Theile gesichert. Die äußeren, den Kern (noyau, *core*) umgebenden Theile an den Formen für hohle Gegenstände bezeichnet der Zinngießer mit dem Namen Hobel (chape). Der Einguß (*tedge*) wird in trichterähnlicher Gestalt an einer Stelle angebracht, von welcher aus das Zinn am schnellsten nach allen Theilen der Formhöhlung gelangen kann; oft ist man genöthigt, denselben in mehreren Zweigkanälen einmünden zu lassen, um die Füllung sicher und schnell zu bewirken.

Folgende Uebersicht von Beispielen umfaßt die bei Zinngießerformen vorkommenden wesentlich verschiedenen Fälle:

a) Ganz flache oder nur wenig vertiefte Gegenstände.

1) Eine Platte. Die Form kann aus zwei glatten, mit feiner Pappe (Tuchpreßspan) belegten Bretern bestehen, zwischen welche man Leisten von der Dicke der beabsichtigten Platte dergestalt einlegt, daß durch dieselben der viereckige Umfang an drei Seiten begrenzt wird, während die vierte Seite zum Eingießen offen bleibt. Dauerhafter wird eine solche Form aus Messing hergestellt, nämlich aus zwei Platten, von welchen die eine an drei Seiten mit einer aufgenieteten Randeinfassung versehen ist.

Derartige Formen sind bei Platten von sehr beträchtlicher Länge nicht anwendbar und müssen alsdann durch die einfachere Vorrichtung ersetzt werden, welche zum Gießen der Zinnplatten bei den Orgelbauern in Gebrauch ist (S. 118). — Sehr dünne Zinnblätter können auf dieselbe Art hergestellt werden, wie das gegossene Tabakblei (S. 118); man stellt aber dazu die Gießtafel sehr steil — unter 75 Grad zur Horizontalen geneigt — auf; das Zinn muß rein, namentlich bleifrei sein, sonst erhält man keine glatten und ganzen Blätter[1]). Diese Art Gießerei kann mit Hülfe eines mechanischen Apparates betrieben werden, indem man durch Riemen ohne Ende zwei Zinnkästchen bewegen läßt, von welchen das eine oben auf die Gießtafel tritt und mit Zinn gefüllt wird, sobald das andere unten angekommen ist und seinen Metallüberschuß geleert hat. Auf solche Weise können zwei Mann, von einem Kinde unterstützt täglich 300 Blätter gießen, von welchen jedes 2,4^{m} lang, 1,05^{m} breit ist und 1,7 bis 1,8^{kg} wiegt (Dicke etwa 0,095^{mm})[2]).

2) Ein Löffel. Messingene zweitheilige Form; der eine Theil die Gestalt der konvexen, der andere Theil die Gestalt der konkaven Seite, jeder überdies die halbe Vertiefung für den Stiel enthaltend. Der Einguß am Ende des Stieles.

3) Ein Ring. Form aus Messing oder Schiefer; zweitheilig; jeder Theil die Vertiefung für die halbe Dicke des Ringes enthaltend; Einguß an einem beliebigen Punkte des Umkreises, in der Ebene des Ringes.

4) Kleine (flache) Figuren, als Kinderspielzeug (Soldaten, Kanonen, Bäume ꝛc.). Messing oder Schiefer; zweitheilig; jeder Theil mit der Vertiefung versehen, welche der einen Seite des Gegenstandes entspricht. Der Einguß am oberen Ende. Die Form ist unten offen und enthält auf ihrer Bodenfläche die seichte Vertiefung, in welcher sich das als Fuß des Gegenstandes dienende Plättchen bildet; sie wird zum Gusse auf ein Kartenblatt gestellt und dadurch geschlossen. Rechnet man die Karte dazu, welche nur zur Ersparung einer metallenen Platte dient, so ist die Form dreitheilig.

5) Eine Schale, ein Teller, ein Krugdeckel. Form z. B. von Sandstein oder von Messing; zweitheilig; der eine Theil die Vertiefung für die konvexe Unterseite des Tellers, der andere Theil die Hervorragung (den Kern) enthaltend, welche die Gestalt der hohlen Oberseite bestimmt. Der Einguß befindet sich an einer Stelle des Teller-Randes.

6) Ein Henkel zu einem Topfe. — Die Form kann von Zinn oder Blei ꝛc. sein; zweitheilig; in jedem Theile eine Vertiefung, welche der Hälfte des in seiner Dicke zerschnitten gedachten Henkels gleicht.

7) Ein Henkel zu einem Kruge, mit angegossenem Scharniere. — Die Form von Blei oder Messing besteht aus zwei Hauptplatten, zwischen welchen die den Henkel von außen begrenzenden Theile rings herum wie ein beweglicher Rand eingelegt sind. Eines dieser Stücke enthält die scheibenförmigen Ansätze, zwischen welchen sich die Lappen des Scharnieres bilden und durch welche ein eiserner Stift gesteckt wird, um in dem gegossenen Scharniere die Löcher auszusparen. Die eine Hauptplatte trägt in der

---

1) Bulletin d'Encouragement 1859, p. 469. — Génie ind. T. 17, p. 33. — Polyt. Centr. 1860, S. 13. — Polyt. Journ., Bd. 154, S. 378.

2) Bulletin d'Encouragement 1860, p. 513.

Mitte eine Erhöhung, deren Umriß der inneren Schweifung des Henkels gleich ist, und welche nach dem Zusammensetzen der Form die ebene Innenfläche der anderen Platte berühren, also von einerlei Höhe mit den Randstücken sein muß. Die vom Zinn auszufüllende Höhlung bleibt zwischen den Randstücken und jener Erhöhung der einen Hauptplatte. Zum Eingießen ist eine Oeffnung zwischen zweien der Randstücke gelassen. — Je nach der verschiedenen Gestalt des Henkels, weicht auch die Beschaffenheit der Form und die Zahl ihrer Bestandtheile ab[1]).

8) Kleiderknöpfe[2]). Form von Messing; dreitheilig, aus einem Untertheile und zwei Obertheilen bestehend. Das Untertheil ist ein parallelepipedisches Stück, welches auf der oberen Fläche zwei runde und seichte Vertiefungen von der Gestalt der Knopfplatten enthält. Die beiden Obertheile sind durch eine senkrechte Schnittfläche von einander getrennt, und dieser Schnitt geht durch den Mittelpunkt der Knopfplatten, wenn die Form zusammengesetzt ist. Auf jener inneren oder Schnitt-Fläche enthält jedes Obertheil die halbe Vertiefung für die Knopföhre und die auf letztere gesetzten Eingüsse. Beide Eingüsse laufen oben in einen einzigen zusammen, sodaß zwei Knöpfe zugleich gegossen werden. Eine Form kann zwei oder mehrere Eingüsse und eben so viele Knopf-Paare enthalten. — Für Knöpfe ohne Oehr, welche zum Annähen vier runde Löcher besitzen, weicht die Form nur dadurch ab, daß sie keine Vertiefung für das Oehr, dagegen im Untertheile vier Stifte oder Zäpfchen zur Aussparung der Löcher enthält und daß der Einguß direkt auf dem Mittelpunkt der (im Gießen nach oben gekehrten) Rückseite der Knopfplatte mündet.

9) Eine Kette mit ungelötheten (im Ganzen gegossenen) Ringen[3]). Die Form ist von Messing, und stimmt im zusammengesetzten Zustande mit Beispiel 3) überein. Jede Hälfte ist aber wieder von einer durch ihren Mittelpunkt gehenden zweiten Schnittfläche (gegen den Hauptschnitt rechtwinklig) getheilt, sodaß die Form viertheilig wird. Dieser zweite Schnitt ist an einer entsprechenden Stelle jeder Formhälfte (innerhalb der Ringhöhlung) zu einem Loche erweitert, in welches man, vor dem Zusammensetzen der Form, einen schon gegossenen Ring einlegt, der dann den neu entstehenden umschließt.

b) Gegenstände mit tiefer, entweder zylindrischer oder nach der Oeffnung hin erweiterter Höhlung.

10) Ein zylindrisches Rohr. Die einfachste und wohlfeilste Form hierzu kann aus einem hölzernen Zylinder bestehen, dessen Durchmesser die Weite des Rohres bestimmt. An einem Ende hat dieser Kern (denn als solcher muß das Holz dienen) einen dickeren zylindrischen Kopf, der ringsum so viel über den Zylinder selbst vorspringt, als die Metalldicke des Gusses vorschreibt; gegen das andere Ende hin wird der Zylinder ein klein wenig verjüngt, damit er leichter aus dem gegossenen Rohre herauszustoßen ist. Man rollt steifes Papier mehrfach um den Kopf des (vorher mit Kreide bestrichenen) Kernes, befestigt es mit Bindfaden und gießt in den Raum zwischen Kern und Papierhülle das Zinn. — Dauerhaftere Röhrenformen kann man aus Messing oder Blei herstellen, indem man ihnen die nämliche Einrichtung gibt, welche für den Bleiröhren-Guß beschrieben ist (S. 119).

11) Ein gerader Becher. Die Form ist von Messing; viertheilig: zwei halbzylindrische Seitentheile und ein scheibenförmiges Bodenstück bilden zusammen den Hobel; der Kern endigt oben scheibenartig, um auf den Seitentheilen des Hobels zu ruhen, wodurch am Rande des Bechers die Form geschlossen und zugleich der Kern so schwebend erhalten wird, daß seine Bodenfläche das Bodenstück des Hobels nicht berührt. Der Einguß ist an einem Punkte des Becherrandes. Bei Güssen dieser Art löst sich (besonders wenn der Kern sehr wenig konisch, d. h. fast zylindrisch ist, — völlig zylindrisch macht man ihn nie —) das Gußstück schwer von dem Kerne, sobald man ersterem Zeit läßt, abzukühlen und sich durch die Zusammenziehung fest auf dem Kerne anzupressen. Man muß es dann (etwa durch auf den Boden gegossenes, mäßig heißes Zinn) erwärmen, damit es sich wieder ausdehnt und dadurch losgeht.

12) Lagerschalen (aus zinnhaltigen Legirungen) werden häufig durch Eingießen des flüssigen Metalles zwischen Zapfen und Lagerblock hergestellt, nachdem man den letzteren handwarm gemacht und mit feingeschlemmtem Graphit ausgerieben, übrigens die Seitenflächen des Lagers mit Pappdeckeln und Thon wohlverwahrt hat. Kommt die Anfertigung von Lagerschalen bestimmter Form und Größe häufiger vor, so ist mit Vortheil eine be-

---

[1]) Ein Beispiel: Holtzapffel, I. 322.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VIII. S. 401.
[3]) Werkzeugsammlung, S. 167.

sondere eiserne Gießform[1]) anzuwenden. Dieselbe besteht aus einem zylindrischen Kern, zwei aufgeschraubten Formdeckeln und einem zweitheiligen Mantel, welcher den Kern konzentrisch umschließt; durch zwei zwischengelegte Blechstücke wird das zu gießende Lager in zwei Theile zerlegt.

13) Eine Lichtform (Kerzenmodel) zum Gießen der Stearin- und Talglichte: als Beispiel eines langen und dünnen Rohres[2]). Die Lichtformen sind enge etwas konische Röhren, welche inwendig sehr glatt sein müssen, um den Lichtern eben diese Glätte mitzutheilen; in der Achse derselben wird der Docht durchgezogen, der einerseits in einem kleinen Loche am unteren Ende, andererseits an einem, auf das obere, weite Ende gesetzten Trichter befestigt wird. Durch diesen Trichter wird zugleich der Talg eingegossen. — Die Gießform zur Verfertigung der Lichtformen ist von Messing und dreitheilig. Zwei Theile bilden zusammen die, in der Achse durchschnittene, äußere Form; das dritte Stück ist der aus Stahl verfertigte und polirte konische Kern, welcher in der Form an beiden Enden aufruht, nämlich am dickeren Ende mittelst eines zylindrischen Lagers, an der Spitze mittelst eines dünnen Zapfens. Die Gestalt des Kernes gleicht der eines gegossenen Lichtes, weil die Höhlung des Gusses dieselbe Gestalt erhalten soll. Der Einguß läuft in der ganzen Länge an der Form herab und mündet in deren Höhlung durch eine Anzahl schräger Kanäle. Durch einen Ring mit einer Schraube (oder auch durch zwei solche Ringe) wird die Form während des Gießens zusammengehalten.

14) Eine viereckige Dose mit Scharnier[3]). — Zwei (messingene) Formen sind nöthig: eine zum Untertheil der Dose, die andere zum Deckel. Die Form zum Untertheile besteht aus zwei starken Platten, von welchen die eine in der Mitte eine (als Kern dienende) Erhöhung — dem hohlen Raume der Dose an Gestalt gleich — besitzt. Die zweite Platte ist ganz eben und an ihr bildet sich die äußere Bodenfläche der Dose; sie bleibt beim Zusammensetzen der Form um die Dicke des Bodens von der Erhöhung der anderen Platte entfernt. Zwischen beiden Platten wird ein aus zwei Theilen bestehender Rand von der Höhe der Dosenwand eingesetzt, in welchem sich zugleich der Einguß befindet. Natürlich bleibt dieser Rand ringsum so weit von dem Kerne entfernt, als die Wanddicke der Dose verlangt. Die Röhrchen des Scharnieres bilden sich, indem das Zinn um einen in die Form gelegten Stahldraht herumfließt, der nur an den betreffenden Stellen entblößt ist. — Die Form zum Deckel ist jener zum Untertheile wesentlich gleich und unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, daß die Randeinfassung viel niedriger ist.

c) Gegenstände mit bauchiger Höhlung, d. h. solche, die in der Tiefe einen größeren inneren Durchmesser haben, als an der Mündung.

Wenn die Höhlung solcher Gegenstände nicht eben glatt und regelmäßig sein muß, so ist kein Kern nöthig; die Form wird vielmehr so hergestellt, als ob man das Stück massiv gießen wollte. Nach dem Eingießen des Zinnes wartet man den Zeitpunkt ab, wo dasselbe an den Formwänden bis auf eine gewisse Dicke hinein erstarrt ist und gießt den mittlern, noch flüssigen Theil durch Umkehren der Form aus. Man bezeichnet dieses Verfahren mit dem Namen Stürzen (renverser, moulage au renversé), und wendet es auch bei Knieröhren, Leuchtern, überhaupt manchen solchen Stücken an, wo durch die Anbringung des Kernes die Form sehr zusammengesetzt werden würde; nicht nur zum Zinnguß, sondern auch auf Zink und Hartblei. Eine hier zu erwähnende Methode des Hohlgusses ohne Kern ist der Zentrifugal-Guß, wodurch Röhren, einfache runde Gefäße 2c. hergestellt werden, indem man die nöthige Menge flüssigen Metalles in die Form gibt, während dieselbe durch eine Betriebsmaschine bis zum Erstarren des Metalles sehr rasch um ihre Achse gedreht wird. Schon vor längerer Zeit projektirt[4]), ist dieses Verfahren neuerlich wieder aufgenommen worden[5]), jedoch mit unvollkommenem Erfolge, da es kaum gelingt, den Gußstücken gleichmäßige Wandstärke und gleiche Innenfläche zu ertheilen. Die Zentrifugalkraft ist hier das Mittel, das Metall ringsum an die Wände der Form zu treiben, daher der obige Name angemessen scheint. — Ein Beispiel von gestürztem Gusse gibt

15) ein Knopf auf eine Vase, einen Topfdeckel oder dergleichen. Die Form kann von Messing, Zinn oder Blei sein und wird zweitheilig, besser aber (des leichten Auseinandernehmens halber) dreitheilig gemacht, sodaß die Schnitte der ganzen Länge

---

1) Polyt. Centr. 1847, S. 85. — Deutsche Ind.-Zeitg. 1866, S. 444.
2) Werkzeugsammlung, S. 170. — Brevets, XXVIII. 219.
3) Werkzeugsammlung, S. 168.
4) Blunt, Essay on mechanical Drawing. London 1811; Plate 33, 40, 59.
5) Polyt. Journ., Bd. 114, S. 326.

nach herablaufen, im Scheitelpunkte sich vereinigen und um 120 Grad des Umkreises von einander entfernt sind. Am offenen Ende der Form hält ein aufgeschobener Blechring das Ganze zusammen. — Auch Töpfchen u. dgl. zu Kinderspielzeug, kleine Büsten, dicke Gefäßhenkel u. s. w. werden auf diese einfache Weise ohne Kern hohl gegossen.

In allen den Fällen, wo die Höhlung eines bauchigen Gußstückes glatt und die Wand von bestimmter regelmäßiger Dicke sein soll, oder wo wegen bedeutender Größe das Stürzen nicht mehr sicher gelingt, muß der Guß über einem Kerne geschehen. Man hilft sich hier (weil ein bauchiger Kern von der gewöhnlichen Einrichtung nicht aus dem Gußstücke herausgenommen werden könnte) in der Regel dadurch, daß man das Gefäß in zwei Theilen gießt und diese zusammenlöthet. Die Trennungslinie muß über die weiteste Stelle des Bauches gehen. Uebrigens gibt es auch Mittel, den Kern so einzurichten, daß der Guß im Ganzen geschehen kann; doch sind die Formen für den gewöhnlichen Gebrauch meist zu kostspielig.

16) Ein bauchiger Krug mit eingezogenem Halse und ausgeschweifter Mündung. — Wenn man sich das Gefäß durch den größten Durchmesser des Bauches quer zerschnitten denkt, so zerfällt es in zwei Theile: ein Untertheil (A), welches durch den Boden an einem Ende geschlossen ist und sich von da an fortgehend erweitert, und ein Obertheil (B), welches ungefähr in der Mitte seiner Höhe am engsten ist und sich nach beiden offenen Enden hin erweitert. Das Stück (A) erfordert eine zweitheilige Form nach Beispiel 5). Soll aber etwa ein hohler Fuß daran sitzen, so wird man sich nach 18) richten. Das Stück (B) bedarf einer viertheiligen Form, welche aus zwei gleichen und symmetrischen Seiten- oder Außentheilen, *cottles* (mit durch die Achse gelegter Berührungsfläche) und einem zweitheiligen Kerne besteht. Die Hälften des Kernes verschließen die obere und untere Oeffnung, stoßen in der Ebene des kleinsten Durchmessers zusammen und werden in entgegengesetzten Richtungen aus dem Gusse herausgezogen. Der Einguß nimmt fast die ganze Länge (Höhe) des Gußstückes ein und führt durch mehrere Mündungen das Zinn in die Form.

17) Ein bauchiger Becher, der im Ganzen gegossen werden soll[1]). — Die äußere Form ist zweitheilig (in der Richtung der Achse zerschnitten); besser dreitheilig (indem man den Boden als eine besondere Scheibe anfügt); der Einguß wie in Beispiel 16). Der Kern ist hohl, besteht aus einer Bodenscheibe, einem Deckel und mehreren (z. B. fünf) Seitenstücken, die sich einzeln aus dem Gusse herausziehen lassen: Alles wird durch eine lange, in der Achse des Kernes durchgehende Schraube zusammengehalten. Alle Theile der Form sind von Messing oder Gußeisen. — Nach gleichem Prinzipe werden die Formen zu noch schwierigeren Stücken konstruirt, welche oft aus sehr vielen Theilen bestehen; man gießt auf diesem Wege z. B. sehr tiefe, stark bauchige Theetöpfe aus Britannia-Metall, sammt der gebogenen Schnauze, im Ganzen[2]). Die Kernstücke werden zum Gusse mit Gypsbrei an einander gesetzt, wenn sie sich nicht leicht auf die bei vorerwähntem Becher beschriebene Art zu einem Ganzen verbinden lassen.

d) Gegenstände mit doppelter, nicht bauchiger Höhlung. Ein Beispiel ist:

18) ein Suppennapf mit hohlem Fuße. Die Form dazu gleicht jener zu dem Stücke B in Beispiel 16); mit dem einzigen Unterschiede, daß die beiden Hälften des Kernes im Innern nicht zusammenstoßen, sondern einen Raum zwischen sich lassen, durch dessen Ausfüllung mit Zinn an der Stelle des kleinsten Durchmessers eine Scheidewand (der Boden des Napfes) entsteht. Ueber derselben befindet sich die Höhlung des Napfes, darunter jene des Fußes. — Uebereinstimmend sind die Formen zu anderen Gefäßen von wesentlich gleicher Gestalt beschaffen, z. B. für ein Tintenfaß[3]). —

Die Zinngußwaren fallen gewöhnlich matt aus; Glanz erhalten sie fast nur, wenn sie aus sehr stark legirtem Zinn (z. B. gleich viel Zinn und Blei) in recht glatten Formen verfertigt sind. Man muß sie deshalb und auch schon wegen der Gußnäthe, abdrehen oder beschaben. Die Angüsse oder Gießzapfen werden mit einer Kneipzange weggenommen oder abgesägt (wenn sie sehr dick sind, was jedoch zu vermeiden ist) oder mit einer stark erhitzten Messerklinge abgeschnitten (richtiger: abgeschmolzen). Niemals dürfen gute Zinngüsse eine löcherige oder stellenweise poröse Oberfläche zeigen. — Die von Britannia-Metall gegossenen Gegenstände gestatten wegen ihrer größeren Härte, daß man sie auf Schmirgelscheiben fein schleift, wodurch sie eine glattere und schöner aussehende Oberfläche erhalten, als die gewöhnlichen Zinnwaren durch das Schaben.

---

[1]) Werkzeugsammlung, S. 164.
[2]) Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 416.
[3]) Holtzapffel, I. 320.

VIII. Gießen des Silbers und Goldes.

Eigentliche Gußwaren, d. h. Gegenstände des Verkaufs, welche unmittelbar und wesentlich allein durch das Gießen ihre Gestalt erhalten, werden selten aus diesen edlen Metallen (am wenigsten aus Gold) verfertigt, weil sie nicht so dünn und leicht ausfallen können, als die Kostspieligkeit des Materiales es verlangt. Wenn indessen dergleichen Fälle vorkommen, so werden die Stücke wie Messing in Sand geformt und gegossen, dann vor der weiteren Ausarbeitung durch Feilen oder Schaben von der mehr oder weniger rauhen Oberhaut befreit und von in den Poren etwa sitzenden Sandkörnchen sorgfältig gereinigt. Kleine und dicke Arbeiten aus Gold (wie massive Siegelringe u. dgl.) werden wohl auch in Sepia (Blackfischbein, unrichtig weißes Fischbein genannt, os de seiche, os de sèche, *cuttle bone*) gegossen. Aus dieser lockeren, weichen Substanz richtet man zwei Platten mit ebenen Flächen zu, die man mit Kohlenstaub einreibt, und drückt das Modell in jede Platte zur Hälfte ein. Manchmal wird die Sepia gepulvert und nach Art des Formsandes angewendet. — Gewöhnlich beschränkt sich das Gießen des Silbers, und noch mehr des Goldes, auf die Darstellung von Stäben (lingots, *ingots*) und Platten, aus welchen öfters verschiedene Gegenstände geschmiedet, meistentheils aber Bleche gewalzt und Drähte gezogen werden. Als Gießformen dienen die sogenannten Eingüsse, Ingüsse[1]), welche von zweierlei Art sind, nämlich solche zu Stäben (lingotière) und solche zu Platten. Die ersteren sind entweder offene Eingüsse oder Rohr-Eingüsse; letztere nennt man Platten-, Flaschen- oder Blech-Eingüsse.

Ein offener Einguß ist ein vierkantiger Stab von geschmiedetem Eisen, mit einem Handgriffe und auf einer Fläche mit einer langen, schmalen Höhlung versehen, in welche man das Metall aus dem Schmelztiegel gießt. — Unter Rohr-Einguß versteht man ein etwa 300mm langes schmiedeisernes Rohr mit runder (Drahteinguß), quadratischer oder rechteckiger Höhlung (runde, viereckige, flache Rohr-Eingüsse), welches an dem einen, etwas engeren Ende mit einem eisernen Stöpsel verschlossen wird. Die Höhlung ist nämlich, damit sich der Guß leichter herausstoßen läßt, etwas verjüngt, überdies, zur Bequemlichkeit beim Eingießen, am weiteren Ende trichterartig gestaltet. — Die Platten-Eingüsse (tuile)[2]) bestehen aus zwei flachen, länglich viereckigen eisernen Platten (75 bis 100mm breit, 100 bis 150mm lang), zwischen welchen an drei Seiten eine Randeinfassung, von gleicher Dicke mit den darzustellenden Platten, liegt. An der vierten, offenen, Seite wird eingegossen. Durch eine Schraube (oder auch durch mehrere Schrauben) wird das Ganze zusammengehalten. — Vor dem Gebrauche werden alle Eingüsse erwärmt und mit Talg oder Wachs ausgeschmiert.

Zur Speisung des Ofens für Gold- und Silberschmelzung sind Holzkohlen den Kokes vorzuziehen. Neuerlich wendet man zuweilen Schmelzöfen an, in denen die Flamme des Steinkohlengases zur Heizung dient (Gasofen).

Aus Gold werden, zur Verzierung von Schmuckwaren, kleine Kügelchen (Goldkügelchen) verfertigt, die man zwar nicht eigentlich gießt, deren Darstellungsart aber Erwähnung verdient, weil sie ein von der Schrotfabrikation (S. 121) verschiedenes, interessantes Verfahren kennen lehrt, ohne Gußform Metallkügelchen zu erzeugen. Man schneidet mit der Schere aus Goldblech sehr kleine quadratische Stückchen, oder kneipt mit der Zange von Golddraht sehr kurze Theilchen ab. Diese schichtet man zwischen Kohlenpulver in einem Schmelztiegel und setzt letzteren der Hitze aus, bei welcher das Gold schmilzt. Jedes der Körnchen (welche sich gegenseitig nicht berühren dürfen) bildet sich zu einem kleinen Tropfen und nimmt die kugelrunde Gestalt an, woran es durch die weiche Umgebung von Kohlenstaub nicht gehindert ist. Nach dem Erkalten sondert man den Kohlenstaub ab, liest die unregelmäßigen Körner aus und sortirt die guten nach der Größe, wobei man sich einer kleinen, blechernen Büchse mit Abtheilungen bedient, deren Böden runde Löcher

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Goldarbeiten.
[2]) Mittheilungen, Lieferung 22, 1840, S. 115. — Polyt. Centr., Jahrg. 1841, Bd. 2, S. 933.

von verschiedener Größe enthalten. Diese Büchse ist in kleinerem Maßstabe die nämliche Vorrichtung, wie das Schrot-Sortirsieb (S. 122).

Eine ganz eigenthümliche und sehr merkwürdige Art von Gußarbeit aus Silber, welche als Kunststück zuweilen ausgeführt wird, sind Abgüsse von Pflanzenzweigen, Käfern u. a. großen Insekten, Eidechsen ꝛc., wozu die natürlichen Gegenstände selbst als Modelle (Naturmodelle) dienen. Man verfährt dabei im Wesentlichen auf folgende Weise: Man stellt oder hängt das Modell in einem Kästchen von Holz oder Pappe auf und befestigt es durch einige feine Eisendrähte. Andere, etwas dickere Drähte bringt man (da sie später wieder herausgezogen werden) zur Bildung von Luftröhren an. Auf den obersten Punkt des Gegenstandes stellt man ein konisches Holzstäbchen, als Modell zu dem Eingusse. Dann füllt man vorsichtig und vollständig das Kästchen mit einem Brei von 3 Theilen Gyps, 1 Theil feinsten Ziegelmehles und Alaun- oder Salmiak-Auflösung, zuerst durch Bestreichen des Modelles, dann durch Eingießen. Ist diese Masse fest, so nimmt man das Kästchen davon ab, brennt die Form vorsichtig und mäßig stark, wobei das Modell eingeäschert wird, spült die Asche durch Quecksilber heraus, erhitzt die Form abermals und gießt. Zuletzt wird die Form in Wasser erweicht und behutsam abgebrochen. Abgüsse von kleinen Thieren (Eidechsen ꝛc.) werden auch aus Bronze auf diese Weise dargestellt und kommen als Handelsartikel vor. Damit alle Feinheiten der Form vollständig ausgefüllt werden, benutzt man hierbei nicht selten den Kunstgriff, dieselbe mittelst einer Luftpumpe vor dem Gießen luftleer zu machen.

Anhang zur Gießerei.

Galvanoplastik[1].

Die Galvanoplastik (galvanoplastie, hydroplastie, *galvanoplastic, electrometallurgy*) besteht in dem Verfahren, aus einer Kupfervitriol-Auflösung metallisches Kupfer in beliebig dicker kompakter Lage auf einen in dieselbe eingehängten

---

[1]) M. H. Jacobi, die Galvanoplastik. Petersburg 1840. — A. Lipowitz, Praktischer Unterricht in der Galvanoplastik. Lissa und Gnesen 1842. — Traité de Galvanoplastie. Par J. L...... Paris 1843. — F. Werner, Die Galvanoplastik in ihrer technischen Anwendung. Petersburg 1844. — Ch. Walker, Die Galvanoplastik, Aus dem Engl. von Ch. H. Schmidt, Weimar 1843 (Bd. 123 des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Ch. Walker, Die Galvanoplastik. Nach dem Engl. von L. Thiele. Gotha 1864. — A. Brandely, Traité des manipulations électro-chimiques appliquées aux arts et à l'industrie. Paris 1848. — A. Brandely, Die Operationen ꝛc. der Elektro-Chemie in ihrer Anwendung auf .... Galvanoplastik ꝛc. Aus dem Französ. von Fr. Harzer. Weimar 1849 (Bd. 174 des Neuen Schauplatzes der K. u. H.) — A. Smee, Elemente der Elektro-Metallurgie. Nach dem Engl. Leipzig 1851. — Chr. H. Schmidt, Handbuch der Galvanoplastik in allen ihren Anwendungsarten. 3. Aufl. Quedlinburg und Leipzig 1856. — Theoretische, praktische und analytische Chemie, von Sh. Muspratt. Encyklopädie der technischen Chemie. II. Bd. bearbeitet von F. Stohmann. Braunschweig 1857, S. 361. — A. Roseleur, Handbuch der Galvanoplastik. Nach dem Französ. von H. Willich und G. Kaselowsky. Stuttgart 1862. — G. L. v. Kreß, Die Galvanoplastik für industrielle und künstlerische Zwecke. Frankfurt a. M. 1867. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XXIII., S. 190. — A. Martin, Repertorium der Galvanoplastik und Galvanostegie, 2 Bde. Wien 1856. — Brevets, T. 86, p. 1. — Polyt. Journ., Bd. 75, S. 34; Bd. 77, S. 68; Bd. 78, S. 110; Bd. 80, S. 38, 429, 431; Bd. 83, S. 378; Bd. 86, S. 181; Bd. 88, S. 29; Bd. 94, S. 31; Bd. 105, S. 266; Bd. 107, S. 46; Bd. 108, S. 350; Bd. 139, S. 365; Bd. 140, S. 117; Bd. 141, S. 226; Bd. 143, S. 317; Bd. 150, S. 233; Bd. 153, S. 282; Bd. 155, S. 450; Bd. 158, S. 28; Bd. 170, S. 269; Bd. 175, S. 122; Bd. 179, S. 86. — Berliner Verhandlungen, XXVII. (1848), S. 19. — Polyt. Centr., 1848, S. 1098; 1867, S. 41. — J. H. Meyer's Journal für Buchdruckerkunst ꝛc., 1850, Nr. 1, 2, 3; 1861, S. 281, 289; 1864, S. 333. — Bulletin d'Encouragement 1866, 207; Deutsche Ind.-Ztg. 1866, S. 351.

oder eingelegten Körper mittelst eines künstlich erregten galvanisch-elektrischen Stromes niederzuschlagen. Bei gehöriger Anordnung und Gebrauchsweise des dazu dienlichen Apparates bildet das abgesetzte Kupfer eine dichte, fest zusammenhängende, biegsame Masse, welche sich dem zur Ablagerung benutzten Körper so vollkommen anschließt, daß nach erfolgter Trennung beider das Kupfer einen Abdruck auch der zartesten Erhöhungen und Vertiefungen mit unübertrefflicher Reinheit und Schärfe darstellt. Da somit die erwähnte Unterlage in einer beliebigen vertieften oder hohlen Form bestehen kann, welche mit einer mehr oder weniger starken Kruste von Kupfer ausgekleidet wird, so tritt die Galvanoplastik in Konkurrenz mit der Metallgießerei, von der sie rücksichtlich des Entstehens ihrer Produkte allerdings gänzlich verschieden ist, vor welcher sie aber — was Reinheit und Genauigkeit der Nachbildung betrifft — den entschiedensten Vorzug hat. Der galvanoplastische Niederschlag selbst kann bei einer zweiten Operation als Form gebraucht werden, um durch einen abermaligen Kupferniederschlag ein getreues Abbild des zuerst angewendeten Originales hervorzubringen. Auf diese Weise stellt man z. B. galvanoplastische Kopien von Medaillen, ja selbst von gestochenen Kupferplatten dar, welche die vollkommenste Gleichheit mit den Original-Medaillen oder den Original-Platten zeigen, sodaß eine derartige Kupferplatte Abdrücke liefert, welche von jenen des ursprünglichen Stiches nicht zu unterscheiden sind. Durch Galvanoplastik werden ferner hergestellt: Matrizen für die Schriftgießerei (mittelst Niederschlagung des Kupfers auf die von Schriftzeug gegossenen Lettern), Vignetten u. dgl. theils als Matrizen zu Abklatschen, theils im Relief zum direkten Abdruck; Buchdrucklettern mit kupfernen Köpfen; kupferne Stereotypplatten (mittelst Matrizen von Guttapercha oder von gelbem Wachs, dem öfters ein wenig burgundisches Pech zugesetzt ist) zum Bücherdruck[1]); kupferne Röhren ohne Löthung, namentlich Bogen- und Eckstücke, welche auf andere Weise schwer auszuführen sein würden[2]); mannigfaltige Kopien von Relief-Kunstarbeiten, verzierte Theebreter, Lichtscherteller, Schmucksachen, figurirte Oberplatten zu Kleiderknöpfen rc. (welche man nachher galvanisch zu vergolden oder zu versilbern pflegt); sogar runde Gegenstände wie Büsten, Statuetten, Thierfiguren, Messergriffe, Stockknöpfe u. dgl. (diese alle stets hohl, meist aus Stücken zusammengelöthet und öfters, wenn sie klein sind, mit Blei oder bleihaltigem Zinn ausgegossen oder durch darin geschmolzenes Messingschlagloth verstärkt).

Drucklettern mit kupfernen Köpfen werden dargestellt, indem man Tafeln aus gewöhnlichen von Schriftzeug gegossenen Lettern zusammensetzt, hierüber auf galvanoplastischem Wege eine Matrize von Kupfer, und in dieser, wieder durch Galvanoplastik, eine Platte von Kupfer verfertigt, welche alle Buchstaben im Relief enthält, letztere sodann auf der Rückseite verzinnt, sie mittelst einer kleinen Kreissäge in Streifen (einzelne Buchstabenreihen) zerschneidet, auf diese rückwärts Schriftzeug in gehöriger Höhe aufgießt (welches vermöge der Verzinnung gut haftet), endlich die Streifen in einzelne Lettern zersägt.

Die Grundlage des galvanoplastischen Verfahrens besteht darin, eine Auflösung von neutralem schwefelsauren Kupferoxyd (Kupfervitriol) einerseits, und verdünnte Schwefelsäure (oder auch Salzwasser) andererseits dergestalt in zwei Gefäße zu bringen, daß die Flüssigkeiten durch einen etwas porösen Körper (gewöhnlich Ochsen- oder Schweinsblase) in einer die Elektrizität leitenden Verbindung mit einander stehen können, ohne doch sich zu vermischen; dann in die Schwefelsäure (oder das Salzwasser) ein Stück Zink zu legen, in die Kupferauflösung den zur Ablagerung des Kupfers bestimmten Körper (die Form) einzuhängen; endlich zwischen diesem letzteren und dem Zink eine die Elektrizität leitende (metallische) Verbindung herzustellen. Durch die Berührung der beiden Flüssigkeiten und des Zinkes findet eine Elektrizitäts-Erregung Statt, wobei das Zink positiv elektrisch, die in der Kupfervitriolauflösung befindliche Form negativ elektrisch wird und sich aus der Vitriolauflösung langsam Kupfer abscheidet, welches die Form immer dicker und dicker bekleidet, sofern deren Oberfläche

[1]) W. Hasper, Galvanoplastik. Karlsruhe 1855.
[2]) Génie ind. T. 19, p. 47. — Jobard, Bulletin, T. 37, p. 121.

aus einer die Elektrizität leitenden Substanz besteht. Zur Bildung einer dichten und zähen Kupfermasse ist ein schwacher Grad von elektrischer Erregung Bedingniß, und in dieser Hinsicht muß die Zurichtung des Apparates mit Sorgfalt geschehen. Gewöhnlich setzt sich, wenn die Operation in gutem Gange ist, binnen 24 Stunden eine Kupferschicht nur von der Dicke eines starken Papierblattes an und die Vollendung der Arbeit erfordert daher mehrere Tage, ja Wochen.

Im Kleinen kann der galvanoplastische Apparat folgendermaßen eingerichtet werden: In einem zylindrischen Glasgefäß A von 112mm Höhe bei 125mm Durchmesser wird ein zweiter, jedoch oben und unten offener Glaszylinder B von 100mm Höhe, 87mm Weite, dergestalt schwebend gehalten, daß B mit der oberen Hälfte seiner Höhe aus A hervorragt. Man erreicht dies durch einen um B angebrachten blechernen Reif mit drei kleinen Armen, welche auf dem Rande von A ruhen. In das untere Glas (A) gibt man die Kupferauflösung (aus 1 Theil blauem Vitriol und $3^2/_3$ Th. destillirtem Wasser); in das obere (B), nachdem man es unten durch eine darüber ausgespannte und festgebundene Blase verschlossen hat, die verdünnte Schwefelsäure (aus 1 Gewichtstheile englischer Schwefelsäure und wenigstens 10 Gewichtstheilen Wasser) oder statt derselben das Salzwasser (aus 1 Th. Kochsalz, $2^3/_4$ Th. Wasser). Das Gefäß B soll ungefähr zu zwei Dritteln mit der Säure oder dem Salzwasser gefüllt und wenigstens mit dem dritten Theile seiner Höhe in die Kupferauflösung eingetaucht sein. Auf den oberen Rand des Gefäßes B legt man ein Holzstück, welches nicht als Deckel, sondern nur als Träger für die noch ferner erforderlichen Bestandtheile des Apparates zu dienen hat. In diesem Holzstücke befinden sich zunächst zwei kleine napfähnliche Vertiefungen, in welche etwas Quecksilber gegeben wird, und ein im Innern versteckter Messingdraht, welcher von einem Näpfchen bis zum andern reicht. Endlich hat man zwei ungleich lange Messingdrähte von 6mm Dicke, welche oben zu einem runden Haken abwärts umgebogen, unten im rechten Winkel horizontal seitwärts gebogen und hier am Ende zu einem etwas großen Ringe geformt sind. Diese Drähte werden mit ihren Haken oben in die Quecksilbernäpfchen gestellt; der kürzere hängt alsdann in dem Gefäße B, der längere in dem Gefäße A, und letzterer ist, soweit er in die Kupferauflösung taucht, mit Siegellackfirniß überzogen — die obere Seite seines Ringes ausgenommen, welche blank metallisch bleiben muß. Auf den Drahtring im oberen Gefäße legt man eine gegossene, gegen 12mm dicke Zinkscheibe (welche beim Gebrauch von Schwefelsäure oberflächlich durch Einreiben von etwas Quecksilber amalgamirt sein muß, unter Anwendung von Salzwasser aber ohne diese Zubereitung bleibt); auf den Drahtring im unteren Gefäße (A) den mit Kupfer zu überziehenden Gegenstand (die Form). Zugleich wird in A ein kleiner Behälter mit Kupfervitriol-Krystallen angebracht, welche sich in dem Maße allmälig auflösen, als durch fortschreitende Kupferausscheidung die Flüssigkeit eines Ersatzes bedarf.

Rücksichtlich der Formen zu galvanoplastischen Arbeiten ist es eine Grundbedingung, daß die ganze mit Kupfer zu bedeckende Fläche derselben aus einem die Elektrizität gut leitenden Stoffe bestehe, oder wenigstens dünn mit einem solchen Stoffe überzogen sei; ferner daß diese Fläche in einer die Elektrizität leitenden Verbindung mit dem Drahtringe, von welchem sie getragen wird, stehe. Alle die Stellen der Form hingegen, auf welchen keine Kupferablagerung erfordert wird, schützt man davor durch Ueberziehen mit Wachs. Alle gewöhnlich vorkommenden Metalle und Metallmischungen, außer Zink und Eisen, eignen sich zu Formen für die Galvanoplastik; sie müssen aber vorläufig mit einer äußerst geringen Spur Oel eingerieben werden, weil sonst der Kupferniederschlag sich schwer oder auch wohl gar nicht davon ablösen läßt; übrigens ist darauf zu sehen, daß sie völlig rein und blank sind. Formen aus schlechten Leitern der Elektrizität hat man vor der Anwendung so zuzubereiten, daß ihre Oberfläche mit einem guten Elektrizitäts-Leiter überzogen wird. In dieser Absicht werden Holzschnitte, Gyps, Wachs, Stearinsäure (unvermischt oder mit Schellack verbunden), Guttapercha, mit zartem Graphitpulver eingerieben; oder die Holz- und Gypsformen statt dessen mit salpetersaurer Silberauflösung getränkt und dann der Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas oder Phosphorwasserstoffgas ausgesetzt. — Alle Formen mit einwärts sich erweiternden Vertiefungen taugen zur Galvanoplastik nicht, weil sie nicht die Ablösung des darauf niedergeschlagenen Kupfers gestatten; den Fall ausgenommen, daß man die Form aufopfert und dieselbe aus einem leicht zerstörbaren oder wegzuschaffenden Stoffe besteht (Wachs, Stearinsäure, Gyps, allenfalls auch Holz); oder daß die Form aus einer geschmeidigen, elastischen Substanz (z. B. einem Gemisch von Guttapercha mit Schweineschmalz und Harz, einer Zusammensetzung von Kautschuk mit Guttapercha, reinem Kautschuk, mit Glyzerin oder braunem Kandiszucker

versetztem Leim) angefertigt ist. Zu Figuren macht man die Formen, über einem Gypsmodelle, aus einer geschmolzenen Mischung von Wachs, Terpentin, Kolophonium und Graphitpulver.

Wenn der galvanoplastische Apparat in größerem Maßstabe ausgeführt wird, so wendet man statt der Glasgefäße viereckige Kästen von Eichenholz an, von welchen der obere oder innere an seiner unteren Oeffnung mit Pergament (statt Blase) überspannt ist. In der Anordnung einzelner Theile sind überhaupt mancherlei Modifikationen zulässig, welche das Prinzip nicht verändern. Namentlich ist es gut, das Gefäß mit der Kupferauflösung zum oberen zu machen, weil man dann bequemer zu den Formen gelangen kann.

Wird im galvanoplastischen Apparate eine verdünnte Kupfervitriol-Auflösung angewendet und ein metallener ganz blanker (auch nicht eingeölter) Gegenstand nur kurze Zeit darin gelassen, so setzt sich auf letzterem eine zarte, festanhängende Kupferschicht ab: er wird verkupfert. Auf gleiche Weise kann man mit geeigneten Gold-, Silber- ꝛc. Auflösungen vergolden, versilbern u. s. f. In allen diesen Fällen muß die Elektrizitäts-Erregung sehr schwach und zu dem Behufe die angewendete Schwefelsäure äußerst verdünnt sein (z. B. 1 Tropfen Säure auf 30 g Wasser). — Gold- oder Silber-Niederschläge [1]) auf galvanoplastischen Formen in solcher Stärke zu erzeugen, daß sie abgelöst werden und für sich bestehen können, ist ein zwar ausführbares, jedoch der Regel nach nicht gebräuchliches Verfahren, weil galvanoplastische Produkte aus feinem Gold oder Silber so wenig Brauchbarkeit haben wie — aus bekannten Gründen, S. 62, 66 — verarbeitetes feines Gold oder Silber überhaupt; die Niederschlagung legirten Metalles aber nicht mit Sicherheit genau in einem vorausbestimmten Mischungsverhältnisse gelingt. Auch die Herstellung galvanoplastischer Abdrücke aus Eisen (unter Benutzung einer wässerigen Lösung von Eisenvitriol) ist mit ziemlich gutem Erfolge gelungen [2]).

Galvanoplastisches Niello: Metallgegenstände werden mit Aetzgrund (wie die Platten der Kupferstecher) überzogen; man radirt in diesen Ueberzug beliebige Zeichnungen und vertieft diese durch Aetzen; dann bringt man den Gegenstand in den galvanoplastischen Apparat bis durch das niedergeschlagene Kupfer die Züge ausgefüllt sind, wäscht den Aetzgrund ab, schleift und polirt die Oberfläche.

Zweite Abtheilung.

Schmieden und Walzen.

Man versteht unter Schmieden (forger), im weitesten Sinne, die Formveränderung der Metalle durch Hammerschläge, und zwar in der Regel im glühenden Zustande. Der technische Sprachgebrauch beschränkt indessen diesen Ausdruck, indem er ziemlich willkürlich einige hierher gehörige Arbeiten ausschließt, und oft sogar nur allein die Gegenstände zu den geschmiedeten rechnet, welche ihre Bearbeitung durch den Hammer im glühenden Zustande erhalten haben. Der Hammer (**marteau**, *hammer*) wirkt durch den Schlag und auf einen mehr oder weniger ausgedehnten Flächenraum. Die Walzen (cylindres, *rollers*, *rolls*) dagegen üben ihre Wirkung durch Druck aus, und umfassen damit gleichzeitig zwar mehrere, aber auf einem sehr schmalen Flächenstreifen neben einander liegende Theile des Metalles.

Um sich den Gebrauch der Walzen im Allgemeinen deutlich zu machen, denke man sich zwei parallele Kreiszylinder von hartem Materiale, welche sich auf Zapfen, die an ihren Enden angebracht sind, dergestalt um ihre Achsen nach entgegengesetzten Richtungen drehen, daß die Peripherie-Geschwindigkeiten gleich groß sind und zwischen den Walzen ein gewisser Zwischenraum bleibt. Ein Metallstück, dessen Dicke etwas größer ist, als dieser Zwischenraum, und das den Walzen an der Seite dargeboten (an dieselben angedrückt) wird, wo die Umfänge sich gegen einander bewegen, wird durch die Reibung in die Oeffnung hineingezogen, auf der entgegengesetzten Seite wieder herausgeführt und dabei in dem Maße verdünnt (und zugleich verhältnißmäßig gestreckt, verlängert), daß seine Dicke nur noch gleich ist der Größe des Zwischenraumes zwischen den Walzen. Bringt man hierauf das Metall auf einer Stelle zwischen die Walzen, wo diese einander näher stehen, oder nähert

[1]) Génie ind. T. 18, p. 15. — Polyt. Centr. 1860, S. 39. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 282.

[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 74, 415.

die Walzen einander mehr, so wird bei diesem zweiten Durchgange eine neue ...kung und Verdünnung Statt finden müssen, und man daher im Stande sein, diese ...beitung auf solche Weise beliebig oft mit demselben Erfolge zu wiederholen.

Die eigenthümliche Wirkungsart der Walzen läßt zwischen der Anwendung der... und dem Gebrauche des Hammers recht deutlich den Unterschied erkennen, der ...haupt zwischen Maschinenarbeit und Handarbeit besteht. Das Schmieden (...eage, *forging*) eignet sich durch die Möglichkeit, die Schläge des Hammers will... in ungleichem Maße auf verschiedene Theile des Metalles wirken zu lassen, zur ...tellung der mannigfaltigsten Gegenstände mit Anwendung einer kleinen Zahl ver...ißmäßig einfacher Hülfswerkzeuge, weil die mechanische Fertigkeit, die Beurtheilung ...Geschicklichkeit des Arbeiters als wesentlich mitwirkend auftreten. Das Walzen (...inage, *rolling*) setzt für jede Gestalt des Arbeitstückes eine bestimmte Gestalt der ...zen voraus, und letztere bedingt hauptsächlich den Erfolg: es erzeugt mit großer ...rsparniß regelmäßigere, genauere Formen, allein diese können nicht ohne aus...bnte Maschinenanlagen und eine ansehnliche Betriebskraft in einer großen Man...ltigkeit dargestellt werden.

Die unmittelbare Veränderung, welche der Hammer sowohl als die Walzen an ... Metalle hervorbringen, ist eine doppelte: Zusammendrückung und Verdichtung in ... Richtung, nach welcher der Schlag oder Druck thätig ist; Ausdehnung oder ...ckung nach allen übrigen Richtungen, insofern nicht nach einer derselben ein Hin...iß oder eine Grenze gesetzt ist. Die Verdichtung ist am bedeutendsten, wenn die ...rbeitung mit kaltem Metalle vorgenommen wird; sie hat in diesem Falle bei den ...allen, die nicht von Natur ganz weich sind (wie reines Gold, Zinn, Blei) eine ...tende Vermehrung der Härte und Steifheit, sowie eine Verminderung der Dehn...keit zur Folge, sodaß das Kaltschmieden oder Kaltwalzen (jene weichsten Metalle ...enommen) nicht über eine gewisse Grenze hinaus fortgesetzt werden kann, ohne ... Metall hart und spröde (écroui) zu machen, den Widerstand desselben gegen die ...ere Bearbeitung sehr zu vergrößern und Risse, Sprünge oder Brüche (gerçures, ...ues) herbeizuführen. Glühen (Ausglühen, décrouir, recuire, recuit, *annea...*...) und darauf folgendes Abkühlen (oder bei leichter schmelzbaren Metallen, wie ..., wenigstens eine Erhitzung, die nicht bis ans Glühen geht) stellt die Weichheit ... Dehnbarkeit wieder her; wahrscheinlich, weil die durch die Bearbeitung gewaltsam ... unwillkürlich verschobenen Theile sich in dem durch die Hitze ausgedehnten und ... erweichten Metalle auf eine ihrer Natur angemessenere Weise ordnen. Es erklärt ... aus dem Gesagten von selbst, daß bei glühend geschmiedeten oder gewalzten Me...len, deren Theilchen schon an sich verschiebbarer sind, die Zunahme der Härte viel ...iger, und das Eintreten der Sprödigkeit durchaus nicht zu bemerken ist. Uebrigens ... in jedem Falle das fortgesetzte Schmieden oder Walzen mit einer, oft sehr bemerk...en, Veränderung des Gefüges und Vergrößerung des spezifischen Gewichtes (durch ... Verdichtung) begleitet.

In gewissen Fällen werden Metallstücke anhaltend kalt geschlagen, um ihnen eine ...tendere Härte und vermehrte Dichtigkeit zu geben (Hartschlagen, écrouir, écrou...ement, *hammer-hardening*). Gewöhnlich bedient man sich dazu eines Handhammers; ... großen Maßstabe aber wird zu einem solchen Zwecke eine Maschine gebraucht, so ... Verfertigung der messingenen und kupfernen Walzen zum Kattundruck. Die Walze ... horizontal in die Maschine eingelegt und von einer Reihe dicht neben einander be...licher eiserner Pochstempel, welche in regelmäßiger Folge darauf fallen, bearbeitet; ... dreht sich dabei langsam um ihre Achse und schiebt sich zugleich der Länge nach ein ...ig hin und her, damit alle Stellen ihrer Oberfläche nach und nach gleichmäßig von den ...lägen getroffen werden. Kleine zylindrische Stücke von Messing (z. B. zu Uhrmacher...beiten) werden am gleichmäßigsten und vollkommensten auf die Weise verdichtet, daß ... in die dazu passende Bohrung eines dicken gehärteten Stahlzylinders zu unterst einen ...lernen Pfropf, darüber das Messingstück, auf dieses endlich einen kurzen (jedoch etwas ...sragenden) stählernen Stempel einsetzt, das Ganze auf den Ambos stellt und nun ... den Stempel so lange — anfangs mit einem kleinen, später mit einem schwereren ...mer — schlägt, bis aus dem kräftigen Zurückspringen des letzteren zu erkennen ist, ... kein weiteres Nachgeben mehr Statt findet.

Beim Schmieden und Walzen ist sorgfältig darauf zu sehen, daß nicht T des Metalles sich umlegen und niederdrücken, welche dann sogenannte Dopplun (doublures) hervorbringen: Stellen, an welchen das Metall in zwei unverbund Schichten übereinander liegt und daher beim Biegen ꝛc. aufspaltet. Dieser Fe welcher eben so sehr der Schönheit als der Festigkeit schadet, kann übrigens a bei der Verarbeitung gegossener Metallstücke, dadurch entstehen, daß in dem G Blasen enthalten waren, die sich unter dem Hammer oder unter den Walzen zusamm drücken.

Alle dehnbaren Metalle können durch Schmieden und Walzen bearbeitet wer von den technisch wichtigen Metallen also: Schmiedeisen und Stahl, Kupfer, Mes und Tombak, Argentan, Zink, Zinn, Blei, Aluminium, Silber, Gold, Pla Jedoch lassen sich Messing (mit Ausnahme des schmiedbaren Messings, S. 47), T bak, Argentan, Zink, Zinn, Blei und Aluminium nicht glühend bearbeiten: die er drei, weil sie in der Glühhitze spröde, das Zink, Zinn und Blei, weil sie in der Gl hitze schon geschmolzen sind, das Aluminium weil es dem Schmelzen schon zu nahe Metalle, die eine wenig ausgezeichnete Dehnbarkeit besitzen (Zink), sowie die g weichen (Zinn, Blei) ertragen den gleichmäßigen und beliebig zu regulirenden D der Walzen besser, als die heftigen, leicht zu tief eindringenden Hammerschläge; werden daher in der Regel nur durch Walzen, fast nie durch Schmieden bearbeitet.

Die Schmiedbarkeit oder Hämmerbarkeit (malléabilité) der Metalle hat ih größten technischen Werth nur in Verbindung mit der Schweißbarkeit, indem viele Fälle vorkommen, wo außer der Formung auch eine Vereinigung bewe stelligt werden muß. Daher werden am häufigsten Schmiedeisen und Sta geschmiedet, welche die Fähigkeit, sich zu schweißen, besitzen und bei welchen n ihre Schwerschmelzbarkeit hinzukommt, um ihre Bearbeitung durch Schmieden (a als Ersatzmittel des bei anderen Metallen anwendbaren Gießens) unentbehrlich zu mache

Durch das Schmieden oder Walzen beabsichtigt man: 1) Verwandlung d Metalle in Stangen oder Stäbe (insbesondere bei Schmiedeisen und Stahl in a gemeiner Ausdehnung üblich); 2) Verwandlung in Platten: Blech; 3) Darstellun der mannigfaltigsten, weniger einfachen Formen (wieder hauptsächlich bei Eisen u Stahl). Der wesentliche Unterschied dieser drei Fälle liegt darin, daß eine Ausdehnun oder Streckung bei 1) nur nach der Länge, bei 2) nach Länge und Breite, bei 3) me oder weniger nach mancherlei Richtungen Statt findet.

I. Schmieden und Walzen der Eisen- und Stahlstäbe [1]).

Schmiedeisen und Stahl werden bekanntlich in Stäben oder Stangen in de Handel gebracht (daher die Namen: Stabeisen, Stangeneisen, fer en barre *bar-iron*). Die Formen dieser Stäbe und ihre Dimensionen sind verschieden, we man in jedem Falle dahin trachten muß, der ferneren Verarbeitung das Material i einer Gestalt zu liefern, aus welcher Gegenstände von bestimmter Art mit dem g ringsten Aufwande von Zeit und mit dem kleinsten Abfalle hervorgebracht werden könne

Die Länge der Eisenstäbe steigt von etwa 1,25 m bis 4 m und darüber. Rücksicht der Stärke faßt man die Stabeisen-Sorten bis zu etwa 7 Quadrat-Centimeter Querschnitt fläche aufwärts unter dem Namen Feineisen oder Kleineisen, alle dickeren unter de Namen Grobeisen zusammen. Der Form nach unterscheidet man hauptsächlich:

---

[1]) Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. IV. — Technolog. Encyklopädie, Bd. V., Art. Eisenhüttenkunde. — Hartmann, Praktische Eisenhüttenkunde nach L Blanc und Walter. — Valerius, Handbuch der Stabeisenfabrikation (s. oben S. 20). — Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde, XV. Theil, 2. Abtheilung Quedlinburg und Leipzig 1848, S. 69 - 150. — Hartmann, Lehrbuch de Eisenhüttenkunde, II. (Berlin 1834). — E. Mäurer, die Maaß- und Gewichts verhältnisse der Roh- und Zwischenprodukte bei der Darstellung des Schmied eisens ꝛc. Stuttgart, 1861.

Quadrateisen (viereckiges, vierkantiges Eisen, fer carré, *square iron*, quadratischem Querschnitte) von 5 bis zu 130mm dick; die Sorten von den dünnsten wärts bis 50mm kommen auch unter dem besondern Namen Gittereisen vor; Abstufung in der Dicke von 5 bis 30mm mit je 1mm, von 30 bis 80mm mit je 2mm, 80mm mit je 5mm.

Flaches Eisen, Flacheisen, fer méplat, fer plat, *flat iron* (dessen Querschnitt Rechteck), im vollständigen Sortimente 3 bis 40mm dick und wenigstens 2 Mal, höchstens 24 Mal so breit als dick; Abstufung der Breite von 14 bis 40mm mit je 2mm, 40—70mm mit je 2 oder 4mm, über 70mm mit je 5mm; und

Rundeisen, fer rond, *rod-iron, round iron* (mit kreisförmigem Querschnitte), bis 130, öfters auch 180 oder 200mm dick.

Die dünnen vierkantigen Sorten für Nagelschmiede führen den Namen Nageleisen (*nail rods*). — Gattungen des flachen Eisens für einzelne Zwecke sind: Hufnageleisen (*horse-nail rods*) von 6mm Dicke bei 19 bis 22mm Breite; — Muttereisen (zu Schraubenmuttern), nur 2 bis 2½ Mal so breit als dick; — Rahmeisen, von 10mm breit und 4,5mm dick bis 33mm breit und 8mm dick; — Bandeisen, Reifeisen (fer à rubans, fer de ruban, feuillard, fer feuillard, *hoops, hoop iron*), zu Faßreifen (Faßreifeisen), Wagenradreifen (Radreifeisen) und vielerlei anderen Zwecken, 0,8 bis mm dick und 10 bis 32 Mal so breit als dick, nach dem Dickenverhältniß oft unterschieden in dünnes, 1¼faches, 1½faches und doppelt dickes, welche vier Gattungen z. B. bei 15mm Breite 1,4, 1,75, 2,1 und 2,8mm, bei 105mm Breite 3,5, 4,4, 5,25 und 7mm dick sind. — Runde Stäbe von besonders zähem Eisen kommen 10 bis 25mm dick als Nieteisen, und bis 50mm dick als Ketteneisen vor. — Ganz dünne Stäbe von Quadrat- und Flach-Eisen werden (sofern ihre Darstellung noch unter dem Hammer geschieht) sehr oft, um Arbeit und Kosten zu sparen, nicht glattgeschmiedet (geschlichtet), sondern kommen in einem Zustande in den Handel, wo ihre Flächen noch durch die Eindrücke des Hammers und Ambosses gekerbt sind (Baineisen, Krauseisen, Knoppereisen, carillon).

Sechseckiges und achteckiges Eisen sind wenig üblich und ein unvollkommener Ersatz des Rundeisens; man gebraucht indessen beide zu Gittern ꝛc., und das achteckige auch zu den Bolzen beim Schiffbau (Bolzeneisen, *bolt iron*), das sechseckige zu Schraubenmuttern.

Die minder allgemein gebräuchlichen Stabeisengattungen mit besonderen Querschnittsformen pflegt man unter der Benennung Façon-Eisen (fers spéciaux)[1]) zusammenzufassen; es gehören dahin das dreieckige, halbrunde (fer demi-rond); dreiviertelrunde, ovale Eisen; das keilförmige (fer à biseau); das Winkeleisen oder Eckeisen (fer à cornières, fer cornières, fer d'angle, *angle iron*) von der Gestalt eines rechten Winkels: ∟; das T-Eisen (fer à T, *T iron*) wie ein doppelter rechter Winkel: ⊥ Kreuzeisen (fer à croix) mit kreuzförmigem Querschnitte, C-Eisen oder U-Eisen von der Form [, L-Eisen von der Form L und H-Eisen oder Doppel-T-Eisen (fer à l'H) von der Form H; das Fenstereisen, flach mit einem Falze, das Fenstersprosseneisen (fer à vitrage) von mannigfaltigen Gestalten mit zwei Falzen, das Roststabeisen trapezförmig (wie ein Keil mit stark abgenommener Schärfe); das hohle Eisen (fer creux), d. h. eiserne Röhren, quadratisch und rund; ꝛc. Auch die Eisenbahnschienen gehören zu dem Façon-Eisen im weiteren Sinne dieses Wortes.

Stahlstäbe kommen in nicht ganz so zahlreichen Abänderungen wie die Eisenstäbe vor, meist nur quadratisch, flach und rund, zu besonderen Anwendungen auch halbrund, dreikantig, sechs- und achtkantig, oval. Bemerkenswerth ist Rundstahl mit einem in seiner Achse durchlaufenden Kerne von Schmiedeisen, woraus Schrauben-(Gewinde-)Bohrer und kleine Walzen gemacht werden, die wohlfeiler und weniger zerbrechlich sind als ganz stählerne.

Die durch das Frischen des Roheisens gewonnene unregelmäßige Schmiedeisen-Masse (die Luppe, der Deul, loupe, *ball*, S. 23, 24), deren Gewicht von 10kg bis zu 150kg beträgt, wird sogleich nach dem Herausziehen unter einem sehr schweren Hammer zusammengepreßt (Zängen, cingler, cinglage, *shingling*), um sie zu verdichten, die unvollkommen verbundenen Theile zu schweißen und die eingeschlossenen noch flüssigen Schlacken zu trennen (S. 23). Man schlägt sie dann zu regelmäßigen viereckigen Stücken (*lumbs*) zusammen, oder zertheilt sie nöthigen Falls

[1]) E. Mäurer. Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865.

mittelst eines großen Meißels (Setzeisen, hacheron), worauf man den Hamm schlagen läßt, in mehrere kleinere Stücke (Kolben, Schirbel, lopin, massoq maquette, *bloom*) und verwandelt diese durch Schmieden (Recken, *tilting*) oder du Walzen (*rolling*) in Stäbe; aus denselben werden häufig durch Zerbrechen oder S schneiden kürzere Stücke gebildet, die man zu Packeten zusammenlegt und weißglüh abermals zu Stäben auswalzt. Mit dem gefrischten Stahle (Rohstahl oder Pudd stahl) verfährt man wie mit dem Eisen; der Gußstahl kommt in gegossenen Barr (S. 29) zur Verarbeitung, welche der gedachten Vorbereitung nicht bedürfen.

Die Erhitzung der Eisenmassen (Luppen und Packete) zum Behuf der gedachten w teren Bearbeitung geschieht entweder in einem Herde (einer großen Esse), oder in Flam öfen, welche man Schweißöfen (fourneau à réchauffer, four à souder, *reheati furnace, balling furnace, mill furnace*)[1]) nennt und mit Vortheil durch die abziehen sonst verlorene Hitze der Frischfeuer[2]) oder durch Gas[3]) heizt. Die Herdsohle die Schweißöfen wird aus Quarzsand gebildet, welcher sich mit dem entstehenden Eisenoxyd einer leicht schmelzbaren Schlacke verbindet und so als eigentliches Schweißmittel wirkt. Zum Zängen der Luppen wendet man oft ein Preßwerk, Quetschwerk (cingler machine à cingler, *squeezer*) an, in welchem die Eisenmasse auf dem Amboße du den wiederholten Druck eines kraftvollen von Dampf bewegten Hebels — 40 bis 90 M in 1 Minute — bearbeitet wird[4]). Auch durch rollende Bewegung der Luppe zwisch einem Zylinder und einem denselben exzentrisch umgebenden Mantel (wobei die Masse einem immer enger werdenden Raume gerollt und gepreßt wird) hat man den Zweck erreichen gesucht[5]); sowie durch ein Rollen und Kneten zwischen gefurchten Walzen wohl auch in Verbindung mit stoßender Wirkung eines hammerartigen Apparates Solche Zängmaschinen, Luppenmühlen *(blooming machine)* haben sich zum The ausgezeichnet bewährt.

Aus Abfällen von Schmiedeisen, welche man in Packete (ramasse, fagot, *fagot*) w 35 bis 120 kg Gewicht zusammenlegt, schweißt und ausstreckt, wird neues Stabeisen, sog nanntes Ramaß-Eisen (fer de ramasse, *scrap iron, fagotted iron*) verfertig welches sich gewöhnlich durch große Zähigkeit vortheilhaft auszeichnet[8]). Der Abga hierbei beträgt 10 bis 40 Prozent, desto mehr, je kleiner die verarbeiteten Abfälle sin (z. B. kleine Nägel, Drehspäne und dergl.).

---

[1]) Hütte 1856, Taf. 1b, 8e, 8h; 1861, Taf. 16f, 18c, g. — Wiebe, Skizzen buch, Heft 20, Taf. 5. — Armengaud XI. 188. — Polyt. Journ., Bd. 14 S. 273; Bd. 149, S. 255. — Polyt. Centr. 1858, S. 50; 1861, S. 111 1872, S. 1144.

[2]) Armengaud, VIII. 379; IX. 47. — Polyt. Journ., Bd. 130, S. 30; Bd. 13 S. 198.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 120, S. 353; Bd. 143, S. 254. — Polyt. Centr., 185 S. 672; 1853, S. 1069; 1857, S. 577; 1862, S. 1298. — Hütte, 1861 Taf. 16g.

[4]) Armengaud, VI. 220. — Bulletin d'Encouragement, XLVI. (1847) p. 537. — Hütte, 1859, Taf. 13. — Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. 18. — Polyt. Journ., Bd. 87, S. 22. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. VII., 184 S. 215; Jahrg. 1848, S. 104. — Jobard, Bulletin, VII. 185. — Atlas III. Taf. 1.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 89, S. 190. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. III. 184 S. 9. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 9, S. 17. — Bulletin d'Encourage ment, XLII. (1843), p. 197. — Jobard, Bulletin, IV. 1. — Brevets LXXVI. 1.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 121, S. 344; Bd. 125, S. 173; Bd. 129, S. 431; Bd. 14 S. 218. — Polyt. Centr., 1851, S. 477; 1857, S. 773; 1860, S. 1160. — Deutsche Gewerbezeitung, 1860, S. 403. — Brevets, 1844, T. 28, p. 404. — Génie ind., XVII. 103.

[7]) Polyt. Centr., 1853, S. 906. — Polyt. Journ., Bd. 128, S. 121.

[8]) Berliner Verhandlungen, IX. 110. — Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. 304. — Polyt. Centr., Jahrg. 1840, Bd. 2, S. 1160; 1854, S. 1375. — Brevets 1844, T. 13, p. 137. — Génie ind., VIII. 152. — Jobard, Bulletin, T. 2 p. 228. — Polyt. Journ., Bd. 134, S. 203.

A. Schmieden der Stäbe.

Die Hämmer, durch welche diese Arbeit verrichtet wird (Eisenhämmer, marteau de forge, *forge hammer)* [1]) werden, wegen ihrer bedeutenden Größe, durchaus von einer Elementar-Kraft, in der Regel von Wasser, in Bewegung gesetzt. Ihre Haupttheile sind: das Hammergerüst, ordon, oder das (von Holz, besser von gegossenem Eisen verfertigte) Gestell, in welchem der Hammerstiel um eine horizontale Drehungsachse sich in senkrechter Ebene auf und nieder bewegt; der Stiel des Hammers oder der Helm, Hammerhelm (manche, *shaft, helve)*; der Hammer selbst, oder der Hammerkopf; die Daumenwelle (arbre à cames), durch welche der Hammer in Bewegung kommt, indem er von den Däumlingen (Fröschen, Hebedaumen, cames, poucets, *arms, knobs)* derselben aufgehoben und dann freigelassen wird, sodaß er von selbst herabfällt; endlich der Ambos (enclume, *anvil)*. Der Hammerhelm besteht aus gutem Rothbuchen- oder Birkenholze (zuweilen aus einem vierseitigen Rohre von dickem Eisenblech mit einem eingetriebenen Holzpflocke an jedem Ende), und hat gewöhnlich eine Länge von 1,8 bis 2,4 — zuweilen bis 3 oder 3,5^{m}; auf denselben ist ein viereckiger gußeiserner Ring (die Hülse oder Hammerhülse, bogue, hurasse) geschoben, der festgekeilt wird und an den senkrechten Seiten zwei horizontale Zapfen besitzt, mit welchen er in gußeisernen, halbkugelig ausgehöhlten Lagern oder Pfannen (Büchsen, crapaudines) des Hammergerüstes spielt. Wenn der Hammer auf dem Ambosse liegt, muß der Helm sich in horizontaler oder beinahe horizontaler Lage befinden. Der Hammer ist gleichfalls auf dem Helme durch Keile fest angetrieben; er besteht aus geschmiedetem, öfters aber auch aus gegossenem Eisen und ist im ersteren Falle auf der Fläche, deren Schläge das Eisen treffen (d. h. auf der Bahn, panne) mit aufgeschweißtem Stahle belegt. Gegossenen Hammerköpfen kann man durch einen eingeschlossenen schmiedeisernen Ring größere Haltbarkeit geben [2]). Die allergrößten Hämmer sind stets von Gußeisen und zugleich mit einem gußeisernen Helme versehen. Je stärker die auszuschmiedenden Stäbe sind, desto größer muß das Gewicht des Hammers sein, und die größten Hämmer (mit einem Gewichte von 3000 bis 5000^{kg} einschließlich des gegossenen Helmes) sind jene, welche zu der ersten Bearbeitung der Luppen (wovon oben die Rede war) gebraucht werden. Der Ambos ist von Gußeisen (S. 84), und wird in einem eisernen Gehäuse (der Chabotte, Schawatte, chabotte) festgekeilt, welches wieder in dem Ambosstocke (Hammerstocke, billot, *stock)* eingelassen ist. Der Ambosstock ist ein 1,8 bis 2,4^{m} langer, 1 bis 1,3^{m} dicker Holzblock, welcher aufrecht in die Erde (nöthigen Falls auf ein eingerammtes Pfahlwerk gestützt) eingesenkt ist und nur 450^{mm} über die Hüttensohle hervorragt. Die Bahnen des Ambosses und des Hammers sind länglich viereckig, theils fast ganz flach, theils zylinderartig nach der Breite ziemlich stark gewölbt; letztere Gestalt bewirkt auf dem Eisen tiefere Eindrücke und eine stärkere Streckung, während die flachen Bahnen weniger strecken und eine ebenere Fläche erzeugen. Auch geht das Ausstrecken des Eisens desto rascher von Statten, je schmäler die Bahnen sind. Quadratische und flache Stäbe zieht man abwechselnd nach der Quere und nach der Länge der Bahn unter dem Hammer durch: ersteres um sie zu strecken, letzteres um sie zu ebnen (abzuschlichten). Rundes Eisen erfordert halbzylindrisch ausgehöhlte stählerne, gehärtete Gesenke, welche in den Ambos und in den Hammer eingeschoben werden; Gesenke von anderer Form sind in jenen seltenen Fällen nothwendig, wo man sogenanntes Façon-Eisen (S. 141) unter dem Hammer zu verfertigen hat.

Hinsichtlich der Art, wie die Hämmer in Bewegung gesetzt werden, zerfallen sie in drei Arten: Stirnhämmer, Aufwerfer und Schwanzhämmer. — Bei den

---

[1]) Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. III., Wien 1834, S. 495. — Polyt. Journ., Bd. 36, S. 438; Bd. 41, S. 344. — Armengaud, II. 372. — Bulletin d'Encouragement, 23. Année, 1824, p. 68. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 44, 45.

[2]) Génie ind., VI. 22. — Polyt. Journ., Bd. 129, S. 195. — Polyt. Centr. 1853, S. 1438.

Stirnhämmern (marteau frontal)[1]) ist die Drehungsachse (die Hülse mit ihren Zapfen) an dem einen Ende des Hammerhelmes angebracht; an dem äußersten Punkte des anderen Endes, welches den Hammerkopf trägt, greifen die Frösche oder Däumlinge der Daumenwelle an. Man konstruirt nur die schwersten Hämmer als Stirnhämmer, weil hier der geringe Abstand zwischen der zu hebenden Last und dem Angriffspunkte der Kraft für die Dimensionen des Hammerhelmes und seiner Drehungsachse von besonderem Vortheil ist; diese Hämmer erhalten eine Hubhöhe (einen Hub, levée, volée) von 150 bis 450mm und machen 60 bis 100 Schläge in einer Minute; die Daumenwelle liegt quer vor dem Ambosstocke, rechtwinklig gegen den Helm, und macht also einigermaßen den Zugang zu dem Ambosse unbequem.

Die Aufwerfer, Aufwerfhämmer (marteau à soulèvement, marteau à l'allemande, *lift hammer*)[2]) haben gewöhnlich ein Gewicht von 150 bis 300, zuweilen bis 600kg; sie unterscheiden sich von den Stirnhämmern wesentlich nur dadurch, daß die Daumenwelle seitwärts, parallel mit dem Helme, — oder auch quer gegen denselben, jedoch unter ihm — angebracht ist, und deren Däumlinge jedenfalls an einem Punkte unter den Helm greifen, der zwischen dem Hammer und der Drehungsachse (jedoch dem ersteren näher als der letzteren) liegt. Hiernach hat die bewegende Kraft mehr als das einfache Gewicht des Hammers zu überwinden; aber die Hubhöhe (welche hier 370 bis 500mm beträgt) kann leicht die nöthige Größe erhalten, weil der Hammerkopf einen größeren Weg durchläuft, als der Angriffspunkt der Däumlinge. Solche Hämmer schlagen 80 bis 160 Mal in der Minute.

Die Schwanzhämmer (martinet, marteau à queue, marteau à bascule, *tilt hammer*) sind die leichtesten von allen, indem sie meist zwischen 40 und 100kg (seltener bis 400kg) wiegen; sie schlagen 100 bis 400 Mal in einer Minute; man kann ihnen ebenso gut eine große als eine kleine Hubhöhe geben (gewöhnlich beträgt sie 230 bis 450, zuweilen auch nur 125 oder dagegen 600mm), und die Daumenwelle, welche sich gar nicht in der Nähe des Ambosses befindet, kann auf keine Weise hinderlich fallen. Während die Helme der Stirnhämmer und Aufwerfer einarmige Hebel sind, stellt der Helm des Schwanzhammers einen zweiarmigen Hebel dar; denn die Hülse mit ihren (im sogen. Pfadeisen gelagerten) Drehungszapfen befindet sich vom Ende desselben entfernt, und theilt seine ganze Länge in zwei ungleiche Theile. An dem Ende des längeren Armes befindet sich der Hammer, an dem Ende des kürzeren Armes (des Schwanzes, Hammerschwanzes, queue) greifen die Däumlinge der Welle an, indem sie hier den Helm niederdrücken, und folglich dadurch den Hammer aufheben. Man macht den längeren Arm zwei bis drei, selten vier Mal so lang als den kürzeren. Diese Konstruktion taugt nicht für schwere Hämmer, weil alsdann der Hammerhelm und die Drehungsachse allzu riesige Dimensionen bekommen müßten.

Bei allen Hämmern hängt die Anzahl von Schlägen, welche in bestimmter Zeit stattfinden können, von der Hubhöhe wesentlich ab, weil ein folgender Däumling nicht eher angreifen darf, als bis der durch den vorhergehenden Däumling aufgehobene Hammer Zeit gehabt hat, ganz niederzufallen, die Zeit des Falles aber von der Höhe des Hubes bestimmt wird. Da jedoch eine größere Geschwindigkeit des Falles nicht nur an sich Zeitgewinn zur Folge hat, sondern auch die Wirkung des Schlages verstärkt und überdies eine Ersparung an Brennmaterial bewirkt (sofern durch die vermehrte Zahl der Schläge die Bearbeitung des Eisens in einer Hitze weiter gedeiht und bis zur Vollendung weniger Hitzen nöthig sind), so sucht man den Fall der Hämmer durch ein künstliches Mittel zu beschleunigen. Man bringt nämlich über dem Hammer einen elastischen Balken (den Reitel, rabat) an, gegen welchen der Helm in dem Augenblicke stößt, wo er seinen Hub beinahe vollendet hat; oder man läßt, bei den Schwanzhämmern, das mit einem eisernen Prellringe, Schwanzringe beschlagene Ende des Schwanzes gegen einen darunter liegenden eisernen Prellklotz oder Stößer (*anvil*) aufstoßen. Beide Einrichtungen bewirken nicht nur durch die in Anspruch genommene Elastizität der genannten Theile ein schnelleres Zurückwerfen des Hammers, sondern setzen auch dem Hube desselben ein Ziel, damit er nicht bei

[1]) Atlas III., Taf. 5.
[2]) Atlas III., Taf. 5. — Hütte, 1862, Taf. 27.

schnellem Gange zu weit emporgeschnellt werde, und bei dem dadurch verzögerten Herabfallen der Helm gegen den unterdessen herangekommenen Däumling schlage (sich fange).

Folgende als Beispiele dienende Angaben betreffen Hämmer von verschiedener Größe und Konstruktion: a) Ganz großer Stirnhammer zum Zängen der Luppen aus dem Puddelofen; b) Aufwerfer zum Zängen der Luppen von der Herdfrischerei; c) Aufwerfer, desgleichen; d) Schwanzhammer zu den stärksten Stabeisensorten; e, f) Schwanzhämmer zu dünnen Eisensorten; g) ganz kleiner Schwanzhammer; h) Remscheider Stahlraffinir- oder Reckhammer[1]). Unter dem Gewichte des Hammers ist bei a bis d der Helm mitgerechnet.

	a)	b)	c)	d)
Gewicht, Kilogr.	3000 bis 5000	250 bis 600	350 bis 375	250 bis 400
Hub, Millimeter	320 „ 460	390 „ 460	580	460 „ 630
Schläge, in 1 Minute . . .	80 „ 100	80 „ 160	100 bis 130	100 „ 150
Arbeitsverbrauch, Pferdestärken	30 „ 40	8 „ 12	14 „ 16	4

	e)	f)	g)	h)
Gewicht, Kilogr.	100	500	40	25 bis 35
Hub, Millimeter	250	230 bis 320	250	150 „ 200
Schläge, in 1 Minute . . .	108	250 „ 300	216	340 „ 400
Arbeitsverbrauch, Pferdestärken	5 bis 6	8	5 bis 6	2,8 „ 3,5

Von den Vertikalhämmern, welche weniger zu fabrikativer Herstellung der Stäbe als zu sonstiger Schmiedearbeit Anwendung finden, wird später die Rede sein.

Das Ausschmieden des Eisens zu Stäben geschieht sogleich auf den Frischhütten als unmittelbare Fortsetzung des Frischens; nur die dünnsten Gattungen werden auf besonderen Hütten durch weiteres Ausstrecken der dickeren Stäbe dargestellt, wozu man sich leichter und schnell gehender Schwanzhämmer mit geringer Hubhöhe bedient. Das Gewicht derselben ist selten über 50^{kg}, die Anzahl der Schläge 360 bis 400 in einer Minute, die Hubhöhe nur 125 bis 200^{mm}. Das Eisen, welches hier zu dünnen Quadratstäben (bis zu 6 oder 7^{mm} Dicke herab) ausgezogen wird, heißt Reckeisen; das Bandeisen und das Zain- oder Krauseisen (S. 141) sind gleichfalls Produkte dieser Verfeinerung. Man benennt hiernach die Hämmer: Reck-, Band-, Zainhämmer; letztere haben die schmälste Bahn, sowie die Bandhämmer die breiteste. Das Glühen des Eisens geschieht in einer großen Esse von gewöhnlicher Bauart, worin fünf oder sechs Stäbe stets zugleich durch Holzkohlen- oder Steinkohlenfeuer vor dem Gebläse erhitzt werden. Ein Arbeiter ist mit dem Schmieden, ein anderer mit dem Anwärmen des Eisens beschäftigt, sodaß die Arbeit ununterbrochen fortschreitet. Backofenähnliche Glühöfen, deren Herd ein Rost ist, und in welchen das Eisen unmittelbar auf den durch natürlichen Luftzug angefachten Kohlen liegt, sind der Esse vorzuziehen.

Da durch wiederholtes Schweißen und Schmieden das Eisen immer gleichförmiger und zäher wird, so wendet man oft dieses Verfahren an, um die Beschaffenheit des Fabrikates zu verbessern. Dies geschieht entweder durch Schweißen, indem man z. B. vier Kolben oder dicke Stäbe nebeneinander legt, zusammenschweißt und das Ganze dann ausstreckt; oder durch Raffiniren, wobei man dasselbe Verfahren beobachtet, jedoch voraus die Stäbe kalt zerbricht und nach der Beschaffenheit ihres Bruch-Ansehens zusammensortirt. Auch bloßes Ueberhämmern des Eisens bei schwacher, zum Ausstrecken nicht hinreichender Rothglühhitze, trägt zur Verbesserung desselben bei. Das Damaß-Eisen (S. 142) verdankt der bei seiner Bereitung nöthigen tüchtigen Schweißung die vorzügliche Güte, welche ihm der Regel nach eigen ist.

Beim Schweißen ist es vortheilhaft, den dazu dienlichen Hammer so am Schweißofen selbst anzubringen, daß er das Eisen in dem Augenblicke des Herausziehens ohne Zeitverlust bearbeitet[2]).

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 189, S. 185.
[2]) Jobard, Bulletin, XXIV. 73. — Polyt. Journ., Bd. 128, S. 406.

B. Walzen der Stäbe[1]).

Man bedient sich der Walzen entweder, um unmittelbar aus den gefrischten höchstens nur unter dem Stirnhammer etwas vorgeschmiedeten Eisenmassen (Kolben *lumbs, blooms)* Stäbe herzustellen (wie dies bei dem schnellen Betriebe des Frischens im Flammofen, S. 23, der Fall ist), oder um die schon unter dem Aufwerfhammer weiter ausgestreckten Kolben oder dicken Stäbe zu verfeinern. Im ersten Falle wendet man zuerst sogenannte Präparir-Walzen (Puddel- oder Luppen-Walzwerk, Zängwalzen, Vorwalzen, cylindres à cingler, c. cingleurs, c. dégrossisseurs, cylindres ébaucheurs, cylindres préparateurs, *blooming rolls*, *roughing rolls*, *puddler's rolls)*, und nachher das eigentliche Stabwalzwerk (Reckwalzwerk, cylindres étireurs, cyl. finisseurs, *finishing rolls*, *merchant rolls)* an; im zweiten Falle gebraucht man letzteres allein. Die Walzen zu beiden Zwecken müssen aus hartem hellgrauen Roheisen, am besten in eisernen Formen (S. 5, 96), gegossen sein.

Das Präparir-Walzwerk enthält in seinem Gerüste oder Gestelle (cage) zwischen zwei starken gußeisernen Ständern (fermes, *housing frames)* oder vier schmiedeisernen Säulen (Pilaren, colonnes) zwei horizontale, über einander liegende Walzen, welche mit mehreren ungefähr halbkreisförmigen oder auch spitzbogenförmigen, um die ganze Peripherie laufenden und in sich selbst zurückkehrenden, durch mehr oder weniger breite Theile des ursprünglichen zylindrischen Walzenkörpers (die sogen. Walzenringe) von einander getrennten Furchen versehen sind, durch welche nach der Reihe das weißglühende Eisen durchpassirt. Diese Oeffnungen nehmen in der Ordnung an Größe ab; die erste hat z. B. 150 bis 200^{mm}, die letzte gegen 80^{mm} im Durchmesser. Wegen dieser bedeutenden Größe sind die Furchen mit der Walze gegossen und werden nur nachgedreht. Die Walzen haben 1 bis 1,5^{m} Länge, 450 bis 600^{mm} Durchmesser und machen 20 bis 60 Umläufe in einer Minute. Die aus dem kleinsten Einschnitte noch glühend hervorgehenden, etwa 75^{mm} dicken, runden Eisenstäbe werden hierauf abermals weißglühend gemacht und durch das Stab-Walzwerk entweder zu dünnerem Rundeisen oder zu Quadrateisen, Flacheisen ꝛc. ausgestreckt. Die verschiedenen Walzen, welche man hierzu gebraucht, haben im Allgemeinen eine ganz ähnliche Einrichtung, wie die eben beschriebene; aber ihre Rinnen oder Furchen, Kaliber (deren eine Walze gewöhnlich 12 bis 16 von stufenweise abnehmender Größe enthält) sind, weil sie eine größere Genauigkeit und Glätte erfordern, auf der Drehbank eingedreht. Für Rundeisen sind sie halbkreisförmig. Für Quadrateisen wird die Furche oder Einkerbung durch zwei unter einem rechten Winkel zusammenstoßende Kegelflächen gebildet, so daß zwei korrespondirende Furchen der beiden Walzen zusammen eine quadratische Oeffnung erzeugen. Bei den Flacheisenwalzen sind die Furchen rechtwinklig, sodaß die Walze das Ansehen erhält, als seien in gewissen Abständen Reifen von fast quadratischem Querschnitte herumgelegt; die Walzen sind hier so gegen einander gelegt, daß nicht ihre Einschnitte zusammentreffen, sondern die reifenartigen Erhöhungen (Kaliberringe, Patrizen, encolures, rondelles, *collars)* der einen Walze in die Furchen (Kalibervertiefungen, Matrizen, cannelures, *grooves)*

---

[1]) Atlas III., Taf. 2. — Hütte 1861, Taf. 18a bis x. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 19, Taf. 1 bis 5; Heft 20, Taf. 4. — Armengaud, XV. 73. — Dumas, Bd. IV.; — Industriel, VIII. 1115. — Gerstner, Handbuch der Mechanik; Bd. III., Wien 1834, S. 547. — Polyt. Centr., Jahrg. 1838, Bd. 1, S. 557; Jahrg. 1848, S. 1025; Jahrg 1849, S. 775. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 412. — Brevets 1844, T. XI, p. 246. — Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-V. zu Hannover, Bd. 13, 1867, S. 378. — Mémoire sur la construction des laminoirs, par M. D. Henvaux, Verviers 1858. — Konstruktion der Walzwerke zur Verarbeitung des Frischeisens zu Stabeisen aller Art ꝛc. Nach d. Franz. von D. Henvaux von C. Hartmann. Naumburg und Leipzig 1859. — Ueber die Walzenkalibrirung für die Eisenfabrikation. Von P. v. Tunner. Leipzig 1867. — Die Kalibrirung der Eisenwalzen. Drei gekrönte Preisschriften (Beilage zum 48. Jahrg. d. Verh. d. V. zur Bef. d. Gewerbfl.). Berlin 1869.

der anderen eintreten, sie zum Theil ausfüllen und nur eine rechteckige Oeffnung lassen, die mehr breit als hoch ist. Eine abgeänderte Art des Flacheisenwalzwerks (für grobe Sorten) ist die mit sogenannten Stufenwalzen, Staffelwalzen, d. h. Walzen, welche eine Anzahl Absätze von successiv größerem Durchmesser darbieten, mithin als abgestutzte Kegel mit treppenartig gestalteten Seitenflächen bezeichnet werden können. Façoneisen (S. 141) erfordert nach Verschiedenheit seiner Formen sehr mannigfaltig abgeänderte Kaliber. — Je kleiner die Kaliber sind, desto schwächer können die Walzen sein, und desto schneller müssen sie sich umdrehen, damit das Eisen alle erforderlichen Oeffnungen durchlaufen kann, bevor es stark rothzuglühen aufhört. Man gibt den Walzen für dickere Stäbe (Grobeisen-Walzwerk) 300 bis 500mm, jenen für dünnere Eisensorten (Feineisen-Walzwerk) 180 bis 330mm Durchmesser, und läßt erstere 70 bis 120, letztere 200 bis 250 Umläufe in der Minute machen, wonach die Umfangsgeschwindigkeit beziehentlich 1,83 bis 1,88 und 2,35 bis 3,45m pro Sekunde beträgt; im Allgemeinen dürfte 1,50m für das Grobwalzwerk und 2,50m für das Feinwalzwerk am angemessensten sein. Auch bringt man gern drei gleiche Walzen über einander an, damit das Eisen nicht nach jedem Durchgange wieder dem Arbeiter auf der Vorderseite der Maschine zugereicht werden muß, sondern (zur Zeitersparung) abwechselnd ein Mal zwischen der unteren und mittleren Walze von vorn nach hinten, und ein Mal zwischen der mittleren und oberen Walze von hinten nach vorn durchgehen kann. Nach jedem Durchgange wird der Eisenstab gewendet, um den an der kleinen Fuge zwischen den Walzen herausgepreßten Grath beim nächsten Durchgange in's Innere der Einschnitte zu bringen und dadurch niederzudrücken.

Zur Bearbeitung sehr schweren Eisens sind dreizylindrige Walzwerke nicht wohl anwendbar, weil das stete Wiederemporheben der dicken Stäbe zu viel Kraft erfordert. Für diesen Fall baut man zuweilen zwei in entgegengesetztem Sinne umlaufende zweizylindrige Werke neben einander und bringt vor ihnen einen Wagen an, welcher von einem zum andern gefahren wird, um das Eisen wechselweise hier und dort durchgehen zu lassen (colamineur)[1]); oder läßt, bei Beschränkung auf ein Walzenpaar, dieses seine Umdrehungsrichtung nach jedem Durchgange des Eisens wechseln *(reversing rollers)*[2]). Hierbei ist es mit Erfolg versucht worden, die Betriebs-Dampfmaschine als Zwillingsmaschine ohne Schwungrad auszuführen[3]).

Die Zylinder des Präparir-Walzwerkes enthalten oft, neben den runden Einschnitten, auch einige von der Art, wie sie zur Verfertigung flacher Stäbe gebraucht werden. Vermittelst dieser letzteren Einschnitte wird dann das (vorläufig durch die runden Oeffnungen gegangene) Eisen in dicke flache Stäbe — Plattinen, Plettinen, *mill bars* — ausgestreckt, welche man kalt mit einer Schere in 450 bis 600mm lange Stücke zerschneidet, um ferner aus mehreren (2 bis 8) auf einander gelegten solchen Stücken ein Packet zu bilden, dasselbe schweißwarm zu machen und durch erneuertes Walzen in einen einzigen Stab zu vereinigen. Interessant ist ein Versuch, hierbei die zu vereinigenden Schienen mit in einander greifenden groben Längenfurchen zu versehen, um ein innigeres Verschweißen zu erzielen[4]); sowie ein anderer, das Eisen während seines Durchganges durch die Stabwalzen zugleich um seine Achse drehen zu lassen, wodurch dessen Fasern sich nach Schraubenlinien legen (*twisted iron*), was z. B. bei Anwendung zu Eisenbahnschienen dem Abblättern oder Abschiefern dieser letzteren vorbeugen soll[5]).

Wenn man aus Band- oder Reifeisen (S. 141) Reifen zum Anlegen auf konischen Gefäßen (Bottichen 2c.) herstellt, müssen diese Reifen durch Aushämmern der einen Randseite in entsprechender Weise konisch gemacht werden. Durch eine besondere Einrichtung am Walzwerke läßt sich erreichen, daß die Eisenschienen eine säbelartige Krümmung (bei überall gleicher Dicke) annehmen, also beim Rundbiegen sofort die gedachten konischen Reife liefern[6]).

---

[1]) Armengaud, X. 283. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 24.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 144, S. 161. — Polyt. Centr. 1857, S. 914.
[3]) Ztschr. d. Ing. 1868, S. 154. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 124.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 154, S. 172.
[5]) Polyt. Journ., Bd. 109, S. 98; Bd. 117, S. 19.
[6]) Polyt. Centr. 1851, S. 656.

In der Abstufung der Kalibergrößen bei den Stabwalzwerken wird keine feste Regel beobachtet, vielmehr ziemlich verschieden nach empirischen Methoden verfahren. Die Beschaffenheit des Eisens und die Forderungen des Handels rücksichtlich hergebrachter Querschnittsdimensionen der Stäbe haben hier großen Einfluß. Die Natur der Sache würde verlangen, daß durchgehends bei kleinen Kalibern die Sprünge (ausgedrückt durch den prozentischen Unterschied zweier auf einander folgender Kaliber) merklich kleiner seien als bei großen, weil das dünnere Eisen weniger lange die Wärme hält und ein Stab, welcher schon mehrmals durch die Walzen gegangen ist, bereits eine gewisse Abkühlung erlitten hat, wenn er an die späteren (kleineren) Kaliber gelangt, in jedem Falle aber das Eisen eine desto stärkere Reduktion seiner Querdimensionen verträgt, je heißer es ist. Dennoch pflegt hierauf bei Rund- und Quadrateisen nicht sonderlich Rücksicht genommen zu werden. Aus der Vergleichung vieler Walzwerke ergab sich, daß bei Rundeisen die Durchmesser und bei Quadrateisen die Seitenlängen der Kaliber, hiernach aber deren Flächengrößen, in folgendem Verhältnisse — bei zwei in der Reihe einander folgenden Kalibern — stehen:

	Durchmesser oder Seitenlänge		
für Grobeisen	100 : 84	bis	100 : 94
„ Feineisen	100 : 92	„	100 : 96
	Flächengröße des Kreises oder Quadrates		
für Grobeisen	100 : 72	bis	100 : 88
„ Feineisen	100 : 85	„	100 : 92.

Zum Walzen von Flacheisen nimmt die Höhe der Kaliberöffnungen (entsprechend der Dicke des Eisens) jedenfalls schrittweise ab; die Breite aber (von welcher die Breite des Eisens abhängt) ist entweder bei allen Kalibern einer Reihe dieselbe, oder sie nimmt bei jeder folgenden (niedrigeren) Kaliberöffnung ein wenig (um 1 oder einige Millimeter, höchstens etwa 9 Prozent) zu, um den Ein- und Austritt des Eisens zu erleichtern. Bei gleichbleibender Breite werden in dieser nämlichen Absicht die Kalibervertiefungen ein wenig von innen nach außen erweitert, d. h. deren Seitenwände schräg angelegt, etwa mit Ausnahme des letzten Kalibers, aus welchem das fertige Eisen hervorgeht. Ein mittleres Verhältniß für die Abstufung der Kaliberhöhen ist das von 100 zu 75; man fabrizirt aber unter denselben Walzen — indem man sie einander mehr oder weniger nahe stellt, also die Patrizen mehr oder weniger tief in die Matrizen der Gegenwalze eingreifen läßt — Eisensorten von verschiedener Dicke bei derselben Breite, wonach jenes Verhältniß ein sehr wandelbares wird. So findet man dasselbe für Grobeisen meist zwischen 100 : 70 und 100 : 90, für Feineisen zwischen 100 : 60 und 100 : 90 schwankend; in Folge der oft daneben stattfindenden Zunahme der Kaliberbreite ergibt sich im Allgemeinen eine Abstufung der Flächengröße der Kaliberöffnungen nach dem Verhältnisse von 100 : 62 bis 100 : 94.

Die lineare Zusammenziehung (das Schwinden) des Eisens von dem glühenden Zustande, in welchem es bearbeitet wird, bis zum völligen Erkalten, beträgt $^1/_{64}$ bis $^1/_{46}$; mit Rücksicht hierauf müssen die Dimensionen der Kaliber, aus welchen Stäbe von bestimmtem Maße für den Handel hervorgehen sollen, angelegt werden.

Flacheisen kann mit glatt zylindrischen Walzen fabrizirt werden, wenn man diese zum Verstellen vorrichtet, um nach abnehmender Dicke des Eisens den lichten Abstand zwischen ihnen zu vermindern, und zugleich hinter ihnen ein Paar kleinere stehende Walzen anbringt, welche ebenso die Breite der Stäbe bestimmen. Ein solches Universal-Walzwerk (laminoir universel)[1]) läßt sich auch für Quadrateisen anordnen, wenn man jedem Walzenpaare nur ein zweiseitiges rechtwinkliges Kaliber gibt. Den erwähnten kleinen Hinterwalzen ähnliche Scheiben auf vertikalen Achsen können bei Anfertigung mancher schwierigen Façoneisen-Sorten gute Dienste leisten[2]). —

Das gewalzte Stabeisen (Walzeisen, fer cylindré, fer laminé, *rolled iron*) gewährt nicht nur bei seiner Erzeugung sehr beträchtlichen Gewinn an Zeit, sondern es besitzt auch glättere und regelmäßigere Flächen als das geschmiedete (Hammereisen, fer forgé, fer martelé, *tilted iron*) der Regel nach erhalten kann; letzteres wird daher in jetziger Zeit nur selten noch fabrizirt und regelmäßig ist das im Handel vorkommende Stabeisen

---

1) Hütte, 1860, Taf. 33; 1865, Taf. 2, 11. — Armengaud, XIV, 231. — Polyt. Journ., Bd. 162, S. 414; Bd. 164, S. 401; Bd. 170, S. 23. — Polyt. Centr. 1861, S. 1252, 1601; 1864, S. 169. — Jobard, Bulletin, T. 42, p. 212; T. 45, p. 185.

2) Brevets, 1844, T. 44, p. 62.

nur Walzeisen, obwohl das Schmieden der Güte des Eisens förderlicher ist als das Walzen.

Als eines originellen Walzwerksproduktes (zu Telegraphenstangen u. dgl. verwendbar) ist an dieser Stelle des im Innern mit einer Steinmasse ausgefüllten Rundeisens zu gedenken. Die Anfertigung geschieht derart, daß ein hohles Luppeneisenpacket, welches mit Quarzsand ausgestampft ist, in einer Hitze zu fertigem Rundeisen ausgewalzt wird, wobei die Sandmasse in sich und mit den Eisenwandungen zusammenschweißt. Man verspricht sich von solchen Stäben größere Festigkeit, als von hohlem Rundeisen gleicher Dimensionen.

Eine besonders dichte und glatte Oberfläche kann man den gewalzten Stäben ertheilen, wenn man sie (nach Behandlung mit Säure, hierauf mit Kalkwasser) wiederholt durch ein Fertigkaliber passiren läßt, ohne sie vorher zu erhitzen (das Kaltwalzen). Zur Herstellung von Transmissionswellen hat sich dieses Verfahren als entschieden vortheilhaft erwiesen.

Die dünnsten Stäbe des Quadrateisens und des schmalen Flacheisens werden oft durch eine, das Auswalzen an Schnelligkeit noch übertreffende Verfahrungsart dargestellt, nämlich indem man eine 80 bis 120mm breite und 9 bis 12m lange, gewalzte Schiene (Plattine) nach ihrer ganzen Länge glühend in Streifen zerschneidet (geschnittenes Eisen, Schneideisen, fenton, fanton, fer fendu, *slitted iron*). Man bedient sich hierzu des Eisenspaltwerkes, Schneidwerkes, der Schneidwalzen (fenderie, machine à fendre le fer, cylindres fendeurs, *slitting rollers*, *slitters*, *cutters*) [1]). Dieses ist aus zwei schmiedeisernen Wellen (Spindeln) zusammengesetzt, welche wie die Zylinder eines Walzwerkes in einem gußeisernen Gerüste horizontal, parallel, und eine über der andern, eingelegt sind. Auf jeder Welle ist eine Anzahl von schmiedeisernen, am Rande gut verstählten Schneidscheiben (taillants, découpoirs) angebracht, welche so dick sind, als die geschnittenen Stäbe breit werden sollen; ebenso stecken zwischen jenen dicke, aber etwas kleine, nicht verstählte Mittelscheiben (fausses-rondelles), um sie in der gehörigen Entfernung von einander zu halten. Gewöhnlich gibt man den Schneidscheiben 250 bis 300mm, den Mittelscheiben 150 bis 200mm Durchmesser, und läßt die Schneidscheiben der einen Welle etwa 18mm tief zwischen die Schneidscheiben der anderen Welle eingreifen. Dadurch bleibt zwischen dem Umkreise jeder Schneidscheibe und der ihr auf der zweiten Welle gegenüber stehenden Mittelscheibe ein Raum, in welchem einer der geschnittenen Stäbe Platz findet. Je zwei sich berührende Schneidscheiben wirken mit einander wie die Blätter einer Schere; das ganze Schneidwerk ist als eine vielfache Kreisschere anzusehen. Die glühende Eisenschiene, welche man den schnell umlaufenden Wellen darbietet, wird von den Schneidscheiben, wie von zwei Walzen gefaßt, rasch durchgezogen und in ebenso viele Theile zerschnitten, als Schneidscheiben, auf den beiden Walzen zusammengenommen, vorhanden sind.

Das geschnittene Eisen besitzt keine sehr ebenen und glatten Flächen, zeigt an zwei benachbarten Kanten einen vom Durchschneiden entstandenen Grath und ist überhaupt nicht so schön, als gewalztes oder gutes geschmiedetes Eisen; es besitzt auch weniger Zähigkeit als diese beiden; denn beim Walzen oder Schmieden der Stäbe wird durch die auf eine einzige Richtung beschränkte Streckung das Gefüge auf eine für die Festigkeit günstigere Weise verändert, als beim Auswalzen breiter Schienen, die man nachher zertheilt. Ein Schneidwerk mit Scheiben von 300mm Durchmesser, welche 40 bis 50 Umgänge in einer Minute machen, erfordert zum Betriebe einen Arbeitsaufwand von 4 bis 5 Pferdestärken. Eine Umfangsgeschwindigkeit von 800mm per Sekunde kann als die vortheilhafteste angesehen werden.

II. Blechfabrikation [2]).

Unter dem allgemeinen Namen Blech (plaque, planche, feuilles, *plate*, *sheets*, *sheet metal*) sollen hier alle durch Hämmer oder Walzen erzeugten, platten- oder

[1]) Dumas, Bd. IV. — Industriel VIII. 145. — Polyt. Centr. 1872, S. 227.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II., Artikel: Blech. — Karsten's Eisenhüttenkunde, IV. 373. — Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde, XV. Theil, 2. Abthl.

blätterförmigen Fabrikate verstanden werden, weil sie sämmtlich ihrem Wesen nach zusammengehören, obgleich der gewöhnliche Sprachgebrauch die allerdünnsten Blättchen, welche aus Gold, Silber u. s. w. verfertigt werden, ausschließt.

Nöthige Eigenschaften eines guten Bleches sind: vollkommen ebene Oberfläche (ohne Höcker oder Beulen, Falten u. dgl.); Glätte; durchaus gleiche Dicke an allen Stellen einer Tafel; möglichst gleiche Zähigkeit, um wenigstens das Biegen ohne Brechen auszuhalten; Reinheit, d. h. Abwesenheit von Rissen oder Löchern, unganzen oder äscherigen (durch eingemengtes Oxyd unzusammenhängenden) Stellen, Schiefern 2c.

Zur Erforschung der Dicke des Bleches — sowohl in den Fabriken während dessen Anfertigung, als im Handel und bei der Verarbeitung, bedient man sich einer **Blechlehre** (jauge, *metal gauge*), nämlich einer viereckigen, 80 bis 100mm langen, 25 bis 40mm breiten, 2 bis 3mm dicken Stahlplatte mit oder ohne Stiel, welche an ihren langen Kanten mit einer Reihe 6 bis 8mm tiefer gerader Einschnitte versehen ist. Die Breite dieser Einschnitte ist den verschiedenen Abstufungen der gebräuchlichen Blechdicken angepaßt, und durch versuchsweises Aufschieben mehrerer Einschnitte auf den Rand des zu messenden Bleches findet man denjenigen heraus, dessen Breite mit der Blechdicke am nächsten übereinstimmt. Für sehr dickes Eisenblech (Kesselblech) gebraucht man mehrere eiserne Ringe, jeder etwa 150mm im Durchmesser groß und an einer Stelle dergestalt offen, daß er einen ganz durchgehenden Spalt von der einer bestimmten Blech-Nummer entsprechenden Weite darbietet. — Folgende Blechlehre (calibre à vis)[1]) gestattet weit genauere Messungen: An einem Messing- oder Stahlstück von der Form einer gewöhnlichen Schraubzwinge (⊏), aber klein — jeder der beiden Arme sowie das Mittelstück nur 32mm lang — und stark (10 bis 12mm breit und dick), ist durch einen der Arme eine stählerne Schraube wie bei einer Schraubzwinge eingeschraubt, und dem sanft abgerundeten Ende derselben gegenüber ragt auf der innern Fläche des anderen Armes ein ähnlich abgerundetes Stahlstückchen hervor. An der Schraube sitzt, unterhalb ihres Kopfes, eine getheilte Scheibe, welche an einem feststehenden scharfkantigen Lineal (Index) die Umdrehungen der Schraube und Bruchtheile derselben (1/10, 1/100, 1/1000 je nach dem gewünschten Genauigkeitsgrad) ablesen läßt. Ist die Schraube so weit hineingedreht, daß ihr Ende die gegenüberstehende stählerne Warze berührt, so weist der Index auf den Nullpunkt des Zifferblattes; bringt man aber zwischen Schraube und Warze ein Blech, so muß dazu die Schraube mehr oder weniger zurückgedreht werden und der Index gibt über die Größe dieser Veränderung Auskunft. So lassen sich verschiedene Blechdicken zunächst vergleichungsweise messen. Ist nun aber die Höhe des Gewindeganges an der Schraube bekannt, so gestattet das Instrument auch Messungen in Millimetern und Theilen derselben. Besondere Nebeneinrichtungen dienen dazu, die Genauigkeit der Messungen zu befördern. — Auch Blechlehren, welche die Dicke eines untersuchten Bleches durch einen Fühlhebel vergrößert angeben, sind konstruirt worden (*lever gauge*)[2]). Einer Vorrichtung dieser Art bedient man sich in den Birminghamer Fabriken, welche Stahlschreibfedern verfertigen, zur Prüfung der Dicke des Stahlbleches. Sie besteht wesentlich aus zwei glatten stählernen Walzen oder vielmehr Scheiben von 60mm Durchmesser und etwa 3mm Breite. Die untere Scheibe dreht sich in festen Lagern, die obere hat ihre Lager an einem einarmigen Hebel, dessen freies Ende auf den sehr kurzen Arm eines zweiten Hebels wirkt, während der letztere mit seinem andern, sehr langen Arme auf einem Gradbogen spielt. Schiebt man sonach eine Tafel oder einen Streifen Blech zwischen den Scheiben durch, so hebt sich nicht nur die obere Scheibe und zeigt mittelst

---

Quedlinburg und Leipzig 1848, S. 150. — Valerius, Stabeisenfabrikation. Freiberg 1845, S. 351. — Hartmann, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, II. (Berlin 1834), S. 126, 226. — Hartmann, Prakt. Eisenhüttenkunde, nach Le Blanc u. A. IV. Theil. — O. Rongé, De la fabrication de la tôle en belgique. Paris et Liège 1863.

[1]) Bulletin d'Encouragement, IL. (1850), p. 30. — Génie ind., I. 319. — Brevets 1844, T. 13, p. 281. — Mittheilungen 1854, S. 143, 281; 1861, S. 315. — Polyt. Centr. 1850, S. 658; 1851, S. 229; 1855, S. 604; 1862, S. 723. — Polyt. Journ., Bd. 116, S. 252; Bd. 119, S. 18; Bd. 135, S. 178; Bd. 189, S. 33. — Ztschr. d. Ing. 1867, S. 241.

[2]) Deutsche Gewerbe-Zeitung, Jahrg. 1845, S. 295. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 167.

des erwähnten Fühlhebels am Gradbogen die Dicke an, sondern es offenbart sich jede Ungleichheit in der Blechdicke dadurch, daß der Zeiger hin oder her abweicht[1]). — Ein Blechdickenmesser von großer Einfachheit beruht auf der Anwendung einer kreisrund abgedrehten, aber exzentrisch auf eine Drehungsaxe aufgesetzten Stahlscheibe, welche das zu messende Blech zwischen sich und eine polirte Stahlunterlage fassen soll und deren Stellung (an einem getheilten halbkreisförmigen Bügel abzulesen) auf die Dicke dieses Bleches schließen läßt[2]).

Die Erzeugung des Bleches geschieht durch den Hammer (geschlagenes Blech, plaques faites au marteau, plaques martelées, *hammered metal*, *hammered plate*) oder durch Walzen (gewalztes Blech, Walzblech, plaques laminées, *rolled metal*, *rolled plate*). Geschlagenes Blech kann kaum jemals vollkommen tadelfrei sein; denn eine ungleich starke Einwirkung der Hammerschläge auf eine größere Metallfläche ist nicht wohl zu vermeiden und davon eine ungleiche Dicke die unmittelbare Folge. Wo aber eine Stelle öfter oder stärker von dem Hammer getroffen und dadurch mehr verdünnt wird, muß nothwendig auch eine größere Ausdehnung dieser Stelle erfolgen, und da die umgebenden Theile diese Ausdehnung in der Ebene des Bleches selbst nicht gestatten, so entsteht mehr oder weniger eine beulen- oder haubenartige Wölbung, und eine zweite wesentliche Eigenschaft guten Bleches, nämlich die vollkommene Ebene, ist zerstört. Deshalb hat gut fabrizirtes gewalztes Blech jederzeit den Vorzug, und gegenwärtig ist dasselbe daher fast allgemein, die Darstellung von geschlagenem Bleche nur ausnahmsweise noch gebräuchlich.

Die Blechhämmer werden stets von Wasser oder Dampf in Bewegung gesetzt und sind Schwanzhämmer von derselben Einrichtung, wie sie zum Ausschmieden dünner Eisenstäbe angewendet werden (S. 143). Der Hammer muß desto schwerer sein, je härter das zu behandelnde Metall ist; demnach beträgt sein Gewicht von 25^{kg} (beim Schlagen der Zinnfolie) bis zu 250 oder 300^{kg} (für Eisenblech). Er ist von geschmiedetem Eisen und seine Bahn von aufgeschweißtem gehärteten Stahle. Der Ambos besteht meistens aus Gußeisen.

Die mit dem Bleche in Berührung kommenden Flächen (die Bahnen) des Hammers und Ambosses sind länglich viereckig und so gestellt, daß die Richtung ihrer Länge der Richtung des Hammerhelmes entspricht, meist nach der Breite etwas gewölbt (konvex). Die Hammerbahn ist 150 bis 370^{mm} lang und 20 bis 180^{mm} breit. Die Ambosbahn ist eben so verschieden an Größe, gewöhnlich aber etwas breiter als die Bahn des Hammers. Je schmäler die Bahnen sind, desto schneller treiben sie das Metall aus, aber desto schwieriger wird es, ein Blech ohne Unebenheiten zu erhalten. Die Hubhöhe der Hämmer ist verschieden; den größten, für Eisenblech bestimmten, gibt man 550 bis 750^{mm}, den leichtesten (für Zinnfolie) nur 120 bis 150^{mm}, welche beide Bestimmungen als die äußersten Grenzen angesehen werden können.

Die Blechwalzwerke (Streckwerke, laminoir, *rolling mill*, *plate rollers*)[3]) wirken wie jedes andere Walzwerk (S. 138); die zwei Walzen sind möglichst genau zylindrisch und glatt: ihre dicken zylindrischen Zapfen laufen in gußeisernen, mit Messing oder Kupfer gefütterten (bei kleinen Walzwerken ganz messingenen) Lagern zwischen zwei gegossenen eisernen Ständern des Gestelles. In der Regel bleibt die untere Walze stets unverändert an ihrem Platze, und die obere wird ihr nach Erforderniß genähert, um den Zwischenraum so zu erhalten, wie ihn die Dicke des Bleches fordert; denn für jeden neuen Durchgang des Bleches muß, um die Verdünnung fortzusetzen, eine Verkleinerung des offenen Raumes zwischen den Walzen erfolgen. Dazu dienen Schrauben (Stellschrauben, *adjusting screws*)[4]), seltener Keile (*wedges*)[5])

[1]) Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 435.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 253.
[3]) Hütte, 1859, Taf. 16; 1860, Taf. 15; 1863, Taf. 4a, b; 1864, Taf. 3. — Polyt. Journ., Bd. 156, S. 269. — Polyt. Centr. 1860, S. 814. — Jobard, Bulletin, T. 35, p. 6.
[4]) Wiebe, Skizzenbuch 1867, Heft 1, Bl. 4.
[5]) Polyt. Journ., Bd. 16, S. 412.

oder schraubengangartig angeordnete schiefe Flächen[1]), welche von oben auf die Lager (**coussinets**, ***brasses***) der oberen Walze drücken und diese Walzen verhindern, weiter als bis zu einem bestimmten Punkte in die Höhe zu gehen. Meist wird die obere Walze bei kleinen Walzwerken durch Federn, bei großen durch Hebel und Gegengewichte ausbalancirt, damit sie nicht auf die untere herabfallen und Beschädigung veranlassen kann, damit ferner nicht beim plötzlichen Eintritte des Metalles (besonders wenn dieses dick ist) die Zapfen der oberen Walzen heftig gegen ihre Lager stoßen, wodurch irgend ein Theil brechen kann, und damit man auch jederzeit die Größe des Raumes zwischen den Walzen schon vor dem Einlassen des Bleches sehen kann. Statt dessen ist bei manchen kleinen Walzwerken die Einrichtung getroffen, daß die Stellschrauben nicht nur die Oberwalze niederdrücken, sondern sie auch beim Verkehrtdrehen mit in die Höhe nehmen, wodurch der angegebene Zweck ebenfalls erreicht wird. Die Walzen strecken das zwischen ihnen durchgehende Metall hauptsächlich nach der Länge (in der Richtung der Bewegung, welche gegen die Achse der Walzen rechtwinklig ist) und nur wenig nach der Breite (parallel mit den Walzen). Je dünner die Walzen sind, einen je größern Winkel also ihre Peripherien an der Berührungslinie mit dem eingelassenen Metalle bilden, desto geringer ist die Breiten-Streckung, verglichen mit der Ausdehnung in die Länge.

Um eine beträchtlich größere Streckung nach der Breite zu erhalten, hat man mit Erfolg das Mittel angewendet, die Walzen auf ihrer Umfläche mit schraubengangförmigen Rippen zu versehen (Walzen mit schraubengangförmiger Druckfläche)[2]).

Die Walzen kleiner Streckwerke (öfters bis zu 500 mm Länge) macht man aus Stahl, der gehärtet wird; alle übrigen bestehen aus Gußeisen und werden am besten in eisernen Formen gegossen, um eine sehr harte Oberfläche zu erhalten (S. 96). Selten gießt man kürzere Walzen mit einem durchgehenden viereckigen Loche und schiebt sie auf eine Achse von Schmiedeisen, um den Zapfen mehr Festigkeit gegen das Zerbrechen zu verschaffen.

Außer der nöthigen Härte müssen gute Walzen noch folgende Eigenschaften besitzen: a. Glätte, welche man ihnen durch sorgfältiges Abdrehen und Schleifen (Schmirgeln) verschafft. Polirt werden nur kleine (stählerne) Walzen in einzelnen Fällen. b. Vollkommen zylindrische Gestalt und Konzentrizität mit den Zapfen. Fehler hiergegen, welche bei nicht sorgfältiger Bearbeitung entstehen können, sind: wenn die Walzen in der Mitte dünner sind als an den Enden, wo sie dann das Blech an den Kanten stärker strecken und daselbst Falten oder wellenförmige Krümmungen veranlassen; — wenn sie in der Mitte dicker sind, als an den Enden (bauchig), wodurch sie in der Mitte eine größere Streckung bewirken, und folglich dort das Blech beulig und uneben machen; — wenn sie konisch sind (von einem Ende gegen das andere hin verjüngt), wodurch eine säbelartige Krümmung des Bleches entsteht (welche aber auch bei guten Walzen vorkommen kann, wenn sie durch fehlerhaftes Anziehen der Stellschrauben an einem Ende einander mehr genähert werden, als am entgegengesetzten Ende); — wenn die Walzen exzentrisch sind (d. h. ihre Umdrehungsachse mit der geometrischen Achse des Zylinders nicht zusammentrifft), oder wenn ihr Querschnitt nicht überall die genaue Kreisform hat, woraus bei jeder Umdrehung eine abwechselnde Näherung und Entfernung der Peripherien und demnach eine ungleiche Dicke des Bleches entsteht. c. Gehörige Dicke, im Verhältniß zur Länge. Je länger die Walzen sind und je härter das bearbeitete Metall ist, desto größer muß der Durchmesser sein, damit die Walzen weder brechen noch sich biegen (federn) können; denn wenn letzteres auch nur in sehr geringem Maße eintritt, so hat es schon den nämlichen Erfolg, als wenn die Walzen in der Mitte dünner wären. Man gibt deshalb dem Walzenkörper regelmäßig einen Durchmesser gleich einem Drittel bis zwei Fünftel seiner Länge (der Bahnlänge, Bundlänge, table), den Zapfen ungefähr eine Dicke gleich der Hälfte der Walzendicke. Niemals (außer etwa beim Walzen des so weichen Bleies) sollte die Dicke der Walzen kleiner sein als ein Viertel der Länge; bei kleinen Walzen macht man sie selbst gleich der Hälfte bis zu zwei Drittel der Länge (freilich nicht um der Stärke willen, sondern damit nicht wegen zu geringer absoluter Dicke eine zu schnelle Umdrehung nöthig, auch damit späterhin ein mehrmalig erneuertes Abdrehen zulässig ist). Da indessen

[1]) Polyt. Journ., Bd. 138, S. 272.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 202, S. 496. — Polyt. Centr. 1872, S. 14.

Walzen von geringem Durchmesser das Blech stärker in die Länge strecken, als dicke (gleich wie eine schmale Hammerbahn stärker streckt, als eine breite), so ist für kleine Walzwerke eine Einrichtung vorgeschlagen worden, welche diesen Vortheil mit der nöthigen Unbiegsamkeit der Walzen vereinigt[1]). Man soll nämlich die Streckwalzen sehr dünn machen, sie aber zwischen zwei dicke gußeiserne Druckwalzen legen, welche das Nachgeben der ersteren (mit denen sie in genauer Berührung stehen) verhindern. Dies würde zugleich den Nutzen gewähren, daß man die stählernen Streckwalzen mit weit geringerer Gefahr des Zerspringens härten könnte, wogegen die gewöhnlichen dicken Walzen gar leicht Härterisse bekommen.

Die Größe der Walzwerke ist ungemein verschieden. Während zur Fabrikation des Bleches im Großen (auf den Blechhütten) Walzen von 1,2 bis 2,2 m Länge nichts Seltenes sind, findet man auch häufig solche Maschinen, deren Zylinder nur 0,45 bis 1 m lang sind, und noch kleinere; in den Goldarbeiter-Werkstätten, Schmuckfabriken, Münzanstalten u. s. w. selbst solche, welche Walzen von nur 80 bis 150 mm, sogar 30 oder 50 mm haben und zum Ausstrecken von sehr schmalem Bleche oder zum Plattwalzen von Draht und dünnen Stäbchen dienen (Plättwerke, laminoir, *flatting mill*). Die Länge der Walzen muß bei großen Werken um 100 bis 150 mm mehr betragen, als die Breite der größten durchzuführenden Blechtafeln. Nach der Größe richtet sich auch die angewendete bewegende Kraft. Große Walzwerke werden durch Wasser oder Dampf getrieben, kleinere zuweilen von Pferden, die kleinsten durch Menschenhand, zu welchem Behufe die Walzen mit Kurbeln versehen sind. Bei den meisten Walzwerken wird nur die eine (gewöhnlich die untere) Walze von dem Bewegungs-Mechanismus unmittelbar umgedreht, und die andere geht vermöge der Reibung von selbst mit (ist eine sogenannte Schleppwalze). Manchmal dagegen erhält jede Walze, von der andern unabhängig, ihre eigene Bewegung. Nur bei kleinen Walzen, deren Stellung wenig verändert wird, ist es thunlich, die der einen mitgetheilte Bewegung auf die andere durch ein Paar Zahnräder, die sich an den Walzenachsen befinden und in einander eingreifen, zu übertragen.

Die Geschwindigkeit der Walzen ist — nach der Größe des von ihnen zu überwindenden Widerstandes und der dazu vorhandenen Betriebskraft, sowie nach der Art der letzteren (indem Menschenhand durch direkte Drehung eine sehr große Geschwindigkeit nicht erzeugen kann) — sehr verschieden. Bei großen, durch Elementarkraft (Wasser oder Dampf) getriebenen Blechwalzwerken kann man annehmen, daß der Walzenumfang sich mit wenigstens 0,5 bis 0,6 m pr. Sekunde (im arbeitenden Zustande) bewegt; man erreicht aber bei dickem Eisenblech 0,9 bis 1 m und bei dünnerem Eisen- und Kupferblech ꝛc. selbst 1,7 m. Im letzteren Falle machen also Walzen von 450 mm Durchmesser 77 Umläufe in 1 Minute.

Beim Gebrauche der gewöhnlichen Walzwerke muß das durchgegangene Blech sofort, über die Oberwalze hinweg, wieder zurückgereicht werden, um von Neuem zwischen die schnell einander mehr genäherten Walzen eingehen zu können. Hiermit ist nicht nur ein sehr erheblicher Zeitverlust verknüpft (welcher besonders bei den glühend bearbeiteten Metallen wegen thunlichster Ausnutzung der Hitze in Betracht kommt), sondern es ergibt sich auch das Heben sehr schwerer Blechtafeln als eine höchst mühevolle Arbeit. Um diese zu ersparen, wendet man (vorzugsweise bei der Fabrikation großer und dicker Eisenbleche) eins von folgenden Mitteln an: a) Walzen mit wechselnder Umdrehung (S. 147), welche aber einem schnellen Betriebe des Walzwerkes hinderlich ist; b) Aufstellung zweier entgegengesetzt umlaufender Walzwerke neben einander (S. 147); c) Gebrauch eines maschinellen Apparates zum Ueberheben der Bleche (Elevator, releveur mécanique)[2]).

Von Zeit zu Zeit müssen die Walzen durch Abdrehen wieder berichtigt und geglättet werden; um dies mit schweren Walzen im Walzgerüste selbst vorzunehmen, hat man eine eigene Vorrichtung[3]).

Von den Metallen, welche zu Blech anwendbar sind, müssen Eisen und Stahl wegen ihrer großen Härte im glühenden Zustande bearbeitet werden. Das Kupfer

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, 31. Année, 1832, p. 424.

[2]) Portefeuille Cockerill, I. Pl. 41, 42, 43, 43 bis. — Armengaud, XIV. 241. — Brevets, 1844, T. 34, p. 225. — Wiebe, Skizzenb. Heft 20, Taf. 3. — Hütte, 1861, Taf. 18s, t. — Polyt. Centr. 1860, S. 808. — Polyt. Journ., Bd. 156, S. 264, 272; Bd. 185, S. 268; Bd. 203, S. 338. — Atlas III., Taf. 4.

[3]) Polyt. Centr. 1856, S. 1492. — Polyt. Journ., Bd. 141, S. 420.

hämmert und walzt man an einigen Orten glühend, an anderen kalt. Das Zink besitzt seine größte Dehnbarkeit bei einer Wärme von 125 bis 150° C. und wird daher am besten bei dieser Temperatur bearbeitet. Die übrigen behandelt man stets kalt (nur das schmiedbare Messing, S. 47, verträgt auch das Walzen im glühenden Zustande sehr gut, ebenso ist die Bronze von geringem Zinngehalte, S. 51, nicht anders als glühend streckbar); jedoch müssen die Arbeitstücke von Zeit zu Zeit wieder ausgeglüht werden, insofern sie nicht (wie Zinn und Blei) vor dem Glühen schmelzen. Hierzu, sowie zum Erhitzen der oben genannten Metalle bei der Blechfabrikation bedient man sich theils einfacher Glühherde, theils (mit weniger Brennstoff-Aufwand) der Glühöfen, welche entweder gemeine mit Steinkohlen geheizte Windöfen, oder Flammöfen mit Holz-, Torf- oder Steinkohlen-Feuerung sind[1]). Die kleinen und dünnen Eisenblechtafeln, welche zur Anfertigung des Weißbleches gebraucht werden, stellt man zum Glühen in viereckige Töpfe von Gußeisen oder Eisenblech, von denen einer umgestürzt in einen andern gesetzt wird, um die in letzterem befindlichen Bleche zu bedecken.

1) **Eisenblech**[2]). Nur das weichste und zäheste Eisen sollte zur Blechfabrikation ausgewählt werden. Man wendet dasselbe zu den gewöhnlichen für allgemeine Zwecke bestimmten Blechsorten in Gestalt breiter und nicht zu dicker Stäbe an, welche mit einer von Wasser oder Dampf bewegten Schere in Stücke von angemessener Länge (Stürze) zertheilt werden. Die Stürze werden unter dem Hammer oder im Walzwerke hauptsächlich nach ihrer Breite ausgedehnt, und schließlich beseitigt man durch Beschneiden (ébarber, cisailler) der fertigen Bleche vermittelst einer Dampf- oder Wasser-Schere die unregelmäßigen, theilweise eingerissenen Ränder, wodurch zugleich Länge und Breite auf das übliche Maß gebracht werden.

Bei der Herstellung von geschlagenem Eisenbleche, tôle martelée (welches nur noch selten vorkommt) wird ein Sturz rothglühend auf das Doppelte seiner ursprünglichen Breite ausgeschmiedet (das Urwellen, wonach die so behandelten Stürze Urwellstürze, doublons, genannt werden), in der Mitte zusammengebogen (weil er zwei Blechtafeln geben soll) und wieder zur doppelten Breite gestreckt (das Gleichen oder Stürzen). Sechs bis zwanzig oder überhaupt so viele Stürze (semelles) als zusammen ungefähr einen Zentner wiegen, werden nun (um das Zusammenschweißen zu verhindern) in Lehmwasser (Hahnenbrei, eau d'arbue) getaucht, zu einem Pack (einer Zange, trousse) auf einander gelegt, und unter fleißigem Drehen und Umwenden fertig geschmiedet, wobei sie wohl drei bis vier Mal in das Feuer kommen müssen (Packschmieden). Die Vollendung gibt man den Blechen auf einem sehr breiten Amboße unter einem langsam gehenden Hammer mit breiter Bahn (Pritschhammer, Abrichthammer, marteau de parage), welcher die Unebenheiten ausgleicht (das Abrichten oder Pritschen, parer, parage). Mit einem hölzernen Handhammer wird nöthigen Falls noch nachgeholfen. 100kg Stabeisen liefern 45 bis 60kg verkäufliches Blech, indem 10 bis 12 Prozent durch Abbrand (Glühspan) verloren gehen, und das Uebrige aus unbrauchbaren Ausschußblechen und Abschnitzeln besteht, welche man wieder zusammenschweißt und auf Stabeisen verarbeitet. Kleine und dünne Bleche liefern natürlich am meisten Abfall.

Zu den allgemein gangbaren Sorten des gewalzten Eisenbleches (tôle laminée) werden die oben erwähnten Stürze glühend so zwischen die Walzen gesteckt, daß die Richtung der Bewegung ihrer ursprünglichen Breite entspricht, welche nachher die Länge der Blechtafeln wird. Nachdem sie, bei fortschreitend engerer Stellung der Walzen, mehrmals durchgegangen sind, biegt man sie mit dem Hammer in der Mitte zusammen, taucht sie in Lehmwasser, steckt zwei oder mehrere in einander und walzt sie, das Glühen nach Bedürfniß erneuernd, nach und nach völlig aus. Die Biegung (der Saum) geht jedesmal voraus unter die Walzen. Um nicht die langen Walzen durch das dicke Eisen zu gewaltsam in Anspruch zu nehmen (wodurch Bruch entstehen könnte), bedient man sich oft zu der anfänglichen Bearbeitung der Stürze eines eigenen Sturz-

[1]) Polyt. Centr. 1851, S. 1517; 1859, S. 1112; 1867, S. 106. — Kunst- und Gewerbe-Blatt, 1851, S. 501. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 261. — Hütte, 1863, Taf. 4c. — Brevets, 1844, T. 29, p. 126. — Génie ind., T. 17, p. 304. — Jobard, Bulletin, T. 35, p. 198.

[2]) J. Percy, The manufacture of Russian sheet-iron. London 1871.

walzwerkes mit kürzeren, und zur Vollendung der schon breiter gewordenen Bleche eines Schlichtwalzwerkes mit längeren Walzen. Wenn man nicht nach jedem neuen Glühen den Glühspan (mit einem Handhammer) abklopft, ehe die Bleche wieder unter die Walzen gelassen werden, so drückt sich derselbe in das Eisen ein, löst sich aber bei späterer Verarbeitung (namentlich beim Biegen) des Bleches ab und läßt die Oberfläche rauh und unansehnlich zurück. Für die Güte des Bleches soll es vortheilhaft sein, beim Walzen zwischen die einzelnen Tafeln Kohlenstaub einzustreuen. Die fertig gewalzten und beschnittenen Bleche werden noch ein Mal geglüht, und wohl auch, um die vom Walzen entstandene Krümmung zu beseitigen, gepreßt. Aus 100^{kg} Eisen erhält man 50 bis 75^{kg} Blech; der Abbrand oder Glühverlust darf nicht über 6 Prozent betragen, der Rest besteht in Abschnitzeln.

Die Fabrikation sehr dicker und großer Walzbleche, wie sie für Dampfkessel und mancherlei Eisenkonstruktionen nöthig sind, bietet manche Abweichungen dar. Tafeln dieser Art werden stets einzeln (nicht mehrere auf einander liegend) gestreckt. Sofern sie nicht über 60^{kg} schwer sind, stellt man eine jede aus einer einzigen gewalzten, schmalen aber dicken, Eisenplatte, Bramme (brame) dar. Für schwerere Bleche schweißt und schmiedet man Brammen aus Luppen (S. 23) unter dem Dampfhammer zu etwa 500^{mm} Länge, 300^{mm} Breite und 100^{mm} Dicke, walzt jede für sich bis zu 40 oder 50^{mm} Dicke aus, legt zwei oder drei Platten auf einander, bringt sie schweißwarm zwischen die Walzen und vollendet nach erfolgter Schweißung das Walzen wie gewöhnlich. Zu 100^{kg} beschnittener kaufrechter Bleche dieser Art verbraucht man gegen 200^{kg} Eisen; davon gehen 15 bis 30^{kg} unter dem Dampfhammer, das Uebrige etwa zur Hälfte beim Walzen und zur Hälfte durch das Beschneiden ab.

Das großartigste der hierher zu zählenden Fabrikate sind die eisernen Panzerplatten (plaques de blindage, *armour plates*) zur äußeren Bekleidung von Kriegsschiffen — 4 bis 7^{m} lang, 1 bis 1,4^{m} breit, oft 120 bis 150^{mm} dick, — welche durch Zusammenschweißen auf einander gelegter dünner Platten gebildet werden, indem man diese aus dem Glühofen weißglühend auf einem Wagen [1]) unter das Walzwerk [2]) bringt. Da man die ausgestreckten Platten dann wieder zu mehreren auf einander legt, in derselben Weise schweißt und dies allenfalls noch weiter wiederholt, so sind schließlich 16 bis 64, ja angeblich sogar 160 ursprüngliche Platten zu einem Ganzen vereinigt, welches manchmal 7500 bis 10000^{kg} wiegt. Die vom Walzen herrührende Krümmung wird den fertigen Platten dadurch benommen, daß man dieselben an der Erde auf eine ebene dicke Gußeisenplatte legt und eine große (7500 bis 10000^{kg} schwere) Gußeisenwalze darüberrollt.

Ein Eisenblech-Walzwerk mit 750^{mm} langen, 370^{mm} dicken Zylindern verursacht, bei 30 Umläufen in der Minute, zur Bewegung einen Arbeitsverbrauch von 18 Pferdestärken. Bei 1 bis 1,2^{m} langen und 450^{mm} dicken Walzen kann der Arbeitsverbrauch, wenn dünnes Blech mit 40 Umgängen pr. Min. gestreckt wird, auf 15 bis 20 Pferdestärken, für dickes Blech mit 20 Umgängen auf 40 bis 45 Pferdestärken angeschlagen werden. Vier Paar Walzen von beziehungsweise 2,1^{m}, 1,65^{m}, 1,5^{m}, 1,2^{m} Länge und sämmtlich 550^{mm} dick werden (sicherlich nicht alle zugleich) durch eine Dampfmaschine von 150 bis 200 Pferdestärken betrieben und machen, wenn 32^{mm} dicke Platten durchgehen, 35 bis 40 Umläufe pr. Minute. Ein Walzwerk größter Art mit Zylindern von 1,6 bis 2,2^{m} Länge und 600 bis 750^{mm} Durchmesser, worauf Bleche von 800 bis 900^{mm} Breite bei 18^{mm} Dicke, oder von 1 bis 2^{m} Breite und verschiedener Dicke verfertigt werden, verlangt 200 bis 400 Pferdestärken.

Es ist projektirt worden, die Zylinder der Eisenblechwalzwerke hohl zu gießen und während der Arbeit durch hineingeleitetes Wasser zu kühlen, um das sonst nöthige äußerliche Aufgießen von Wasser zu umgehen, ferner die Walzen-Zapfen (an denen wegen der Hitze keine Oelschmiere zulässig ist) mit heißem Wasser zu bespritzen und sie thunlichst in einer der Wärme der Walzen nahekommenden Temperatur zu erhalten, und hierdurch den öfters vermöge ungleicher Ausdehnung entstehenden Sprüngen vorzubeugen [3]). — Ein

[1]) Polyt. Centralbl. 1865, S. 221.
[2]) Polyt. Centr. 1864, S. 161.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 150, S. 337.

eigenthümliches Walzwerk wurde konstruirt, um große Blechzylinder (Stürze) ohne Naht zu walzen, aus welchen sodann Dampfkessel so zusammengesetzt werden konnten, daß sie frei von Längenfugen nur mit genieteten Querfugen versehen waren [1]).

Das gewalzte Eisenblech zeigt die unschwer zu erklärende Erscheinung, daß mit seltenen Ausnahmen seine Zerreißungsfestigkeit in der Richtung, nach welcher die Streckung hauptsächlich erfolgt, also die faserige Textur vorzugsweise entwickelt ist, — d. h. in der Längenrichtung der Tafeln — merklich größer sich ergibt, als in der Querrichtung; das Verhältniß findet sich zwischen 1 : 0,70 und 1 : 0,98 schwankend, am gewöhnlichsten 1 : 0,84 bis 1 : 0,90. —

Der größte Theil des Eisenbleches wird als Schwarzblech, tôle, *sheet iron*, *plate iron*, *iron plate* (von der schwarzgrauen Farbe der durchs Glühen oxydirten Oberfläche so genannt) in den Handel gebracht. Man unterscheidet das größere gewöhnliche Schwarzblech (Sturzblech) in einfaches oder Schloßblech und in doppeltes (Doppelblech). Die Tafeln des letzteren sind für gleiche Dicke fast doppelt so groß. Die kleinen zum Verzinnen bestimmten Tafeln führen den Namen Dünneisen oder Kleineisen (auch Faßblech, von der Verpackung in Fässern); nach dem Verzinnen werden sie Weißblech, fer-blanc, *tin plate*, genannt. Das Format des einfachen Schwarzbleches ist in der Regel so, daß Länge und Breite der Tafeln sich wie 3 zu 2 (oder sehr nahe so) verhalten; beim Doppelblech ist die Länge etwa das $1^3/_4$fache der Breite. Die dicksten Tafeln sind immer auch die größten. Am größten und stärksten sind die Kesselbleche, *boiler plate* (Salzpfannenbleche und Dampfkesselbleche), deren Dicke von etwa 5^{mm} bis zu 18^{mm} steigt bei einer Länge von z. B. 1,8 und einer Breite von 0,9^{m}. In einzelnen Fällen werden Tafeln von ungewöhnlicher Größe (12 bis 20^{m} lang, 0,8 bis 2^{m} breit) gewalzt. Zu gewöhnlichen Verarbeitungen hat man das Schloßblech (s. oben) in Tafeln von 470 bis 950^{mm} Länge, 340 bis 680^{mm} Breite und 0,8 bis 3^{mm} Dicke, 1 □^{m} 6,7 bis 23,5^{kg} schwer; ferner Dachblech 950^{mm} lang und 630^{mm} breit; Rohrblech 790^{mm} lang bei 340 bis 420^{mm} Breite, 1 □^{m} = 4,7 bis 5,8^{kg}; Rinnenblech von 950^{mm} lang und 340^{mm} breit bis 1,26^{m} lang und 370^{mm} breit. Für verschiedene Zwecke sind Formate von 600^{mm} breit und 1,2 bis 1,5^{m} lang; 750^{mm} breit und 1,5 bis 2,4^{m} lang; 900^{mm} breit und 1,5 bis 2,4^{m} lang; 1,2^{m} breit und lang gebräuchlich, deren Dicke zwischen 1 und 16^{mm} sich bewegt. Von Eisenblech, welches 1^{mm} dick ist, wiegt 1 □^{m} ungefähr 7,8^{kg}. Als besondere Kunstleistung verdient Schwarzblech angeführt zu werden, von welchem 1 □^{m} nur 134,8^{g} wog, dessen Dicke demnach auf 0,017^{mm} zu schätzen ist; man verfertigte daraus Trauerblumen, Visitenkarten 2c.

Die rheinischen und westphälischen Blechfabrikanten liefern die Sturzbleche in 26 verschiedenen Dickenabstufungen (deutsche Lehre) [2]), von denen hier einige angeführt werden:

Nummer	Dicke in Mm.	Gewicht pr. □^{m} in ^{kg}.
1	5,50	44
10	2,75	22
20	0,87	7
26	0,37	3

In Frankreich unterscheidet man die Eisenbleche der Dicke nach in drei Klassen: grosses tôles von 6 bis 15^{mm} und darüber; tôles moyennes von 1 bis 6^{mm}, tôles fines von 0,1 bis 1^{mm}.

Die Sorten des Weißbleches führen nach Größe und Dicke verschiedene Namen. Gewöhnlich unterscheidet man Pontonblech (das dickste), Kreuzblech, Vorder- oder Förderblech und Senklerblech (das dünnste). Besondere Gattungen sind das Tellerblech, Schüsselblech, Tassenblech 2c. Am gewöhnlichsten haben die Platten 350 bis 380^{mm} Länge und 240 bis 280^{mm} Breite, seltener 420 oder 430^{mm} Länge und 320^{mm} Breite. Die Menge des Zinnes beträgt 3 bis 5 Prozent vom Gewichte des weißen Bleches. Für besondere Verwendungen (Gasmesser, blecherne Gefäße 2c.) werden verzinnte starke Bleche bis zu 1,36^{m} Länge bei 760^{mm} Breite geliefert. — (Ueber das Verzinnen des Bleches wird später, beim Verzinnen der Metallarbeiten überhaupt, gehandelt.)

Die Zähigkeit der dicken Kesselbleche erprobt man gründlich auf die Weise, daß man nahe am Rande derselben etwas große Löcher bohrt und diese durch gewaltsames Eintreiben eines ovalen stählernen Keiles bis zum Ausreißen erweitert [3]).

---

[1]) Génie ind., T. 19, p. 118. — Polyt. Centr. 1860, S. 669.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 434.
[3]) Mittheilungen 1853, S. 240.

Unganze Stellen, welche in dem zur Blechfabrikation angewendeten Materialeisen enthalten sind (S. 6), stellen sich im Bleche in weit größerer Flächenerstreckung dar, indem sie mit der ganzen Eisenmasse zugleich ausgedehnt worden sind. Unganzes Blech spaltet daher beim Biegen, und ist etwa an einem Dampfkessel eine solche Stelle dem Feuer ausgesetzt, so entsteht eine Blase, indem die äußere Schicht glühend wird, sich ausdehnt und zerplatzt; Gefahr einer Explosion, jedenfalls aber frühes Zugrundegehen des Kessels wird dadurch herbeigeführt. Auf folgende Weise (*sounding*) prüft man das Kesselblech, ob es frei von unganzen Stellen ist: Die Tafel wird auf einen Tisch oder auf Holzunterlagen an die Erde gelegt und durch Kreidelinien in eine Menge kleiner Vierecke eingetheilt. Dann schlägt man mit einem kleinen Hammer auf alle Kreuzungspunkte dieser Linien und beobachtet mit geübtem Ohre den Klang; wo eine unganze oder schlecht geschweißte Stelle im Innern steckt, verändert sich derselbe einigermaßen. Diese Probe wird auf beiden Flächen des Bleches vorgenommen, und so mit großer Sorgfalt jeder fehlerhafte Theil, hätte er auch nur die Größe eines Quadratzolles, ermittelt. Stößt man an einer solchen Stelle ein Loch durch, so zerfällt das herausgestoßene Stück gewöhnlich seiner Dicke nach in zwei Theile. Die Kreidelinien dienen, wie man erräth, nur als Sicherung, daß keine Stelle der Fläche ungeprüft übergangen wird; bei gehöriger Sorgfalt des Arbeiters sind sie deshalb auch entbehrlich.

Verborgene Dopplungen (S. 140) offenbaren sich, wenn das Eisenblech mehrere Stunden in sehr verdünnter Salzsäure liegt, dadurch, daß alle derartigen fehlerhaften Stellen in Gestalt von Blasen sich erheben.

2) **Stahlblech (tôle d'acier,** *steel plate, sheet steel*). Seine Fabrikation stimmt mit der des gewalzten Eisenbleches wesentlich überein und kommt es wie dieses in sehr verschiedenen Stärken und Formaten vor, wie die Anwendungen zu Dampfkesseln, allerlei kleineren Gegenständen, Stahldruckplatten, Uhrfedern, Crinolinfedern, Stahlschreibfedern 2c. verlangen.

Kesselbleche werden aus Bessemer-Stahl und ähnlichen zähen Stahlgattungen (S. 29) gemacht; sie haben vor eisernen den Vorzug geringerer Dicke, bei gleich großer Festigkeit. Uhrfederblech wird in höchstens 100 bis 150^{mm} breiten aber sehr langen Streifen angefertigt, die man zum Verkaufe zusammenrollt. Die dünnste Sorte desselben ist das (nur in Gestalt kleiner Blätter in den Handel gelangende) Spiralfederblech, dessen Bestimmung der Name anzeigt. Das Blech zu Crinolinfedern wird in 75^{mm} breiten, 10^{m} und darüber langen Streifen (zwei derselben auf einander liegend) glühend gewalzt, bis es ungefähr 3^{mm} Dicke hat. Das weitere Auswalzen geschieht gänzlich kalt (auch ohne zwischenfallendes Ausglühen), um die nöthige Elastizität zu erzeugen, zu Längen von 50 bis 200^{m} und 0,3 bis 0,5^{mm} Dicke. Endlich zerschneidet man die (nicht merklich breiter gewordenen) Schienen — welche ihrer großen Länge wegen aufgerollt werden müssen — unter einem kleinen Schneidwerke (S. 149) in Streifchen von 3^{mm} und größerer Breite. Andere Crinolinfedern werden direkt in der erforderlichen geringen Breite aus Stahldraht hergestellt, indem man diesen flach und dünn auswalzt (plättet). Die vollkommenste Elastizität erhalten Crinolinfedern beiderlei Art durch Härten und Anlassen, zu welchem Behufe man[1]) die langen Streifen über ein Feuer oder durch ein mittelst Ofenfeuer erhitztes enges Rohr, dann sofort durch ein dahinter befindliches Oelbad, und schließlich über ein kleineres Feuer oder zwischen heißen Platten in einer einzigen Bewegung hinzieht. Das Stahlfederblech (zu Schreibfedern) wird ursprünglich in 1,5^{m} langen und 0,67 bis 1^{m} breiten Tafeln verfertigt, welche man unter einer Kreisschere in 60 bis 70^{mm} breite Streifen zerschneidet, durch Abbeizen von Zunder befreit und durch erneuertes Auswalzen auf 0,2 bis 0,25^{mm} Dicke reduzirt.

3) **Kupferblech (plaques de cuivre, feuilles de cuivre, cuivre en plaques, cuivre laminé,** *copper-sheet, sheet-copper, copper-plate*) ist selten geschlagen, der Regel nach gewalzt.

Im ersteren Falle werden die Hartstücke (S. 37) glühend unter dem Wasserhammer mit einem Meißel in mehrere Theile (Schrote) zerhauen, dann erst einzeln, hierauf mehrere auf einander liegend, ausgeschmiedet, indem man sie so oft wieder glühend macht, als sie während der Bearbeitung erkalten. Das Hämmern muß wechselweise auf beiden Flächen und dergestalt geschehen, daß man bald nach der Länge bald nach der

[1]) Génie ind., T. 20, p. 16. — Polyt. Journ., Bd. 158, S. 36, 338. — Polyt. Centr. 1860, S. 1304, 1373.

Breite die Schläge reihenweise neben einander fallen läßt. Zuletzt gleicht man die entstandenen Beulen, bei langsamem Gange des Hammers und aufmerksamer Regierung des Bleches, aus, wozu man sich wohl auch eines besonderen Hammers mit breiter Bahn bedient.

Zu gewalztem Kupferbleche werden die dicken gegossenen Platten zu bestimmter Länge und Breite unter dem Wasserhammer ausgestreckt, bis sie nur noch etwa 15^{mm} dick sind (das Vorschlagen), hierauf rothglühend gewalzt, erst ausgebreitet liegend, dann doppelt zusammengebogen, wodurch zwei Blechtafeln entstehen. Besser ist es, das Walzen kalt vorzunehmen und das Glühen nur eintreten zu lassen, um die hart und steif gewordenen Bleche wieder zu erweichen; denn bei diesem Verfahren drückt sich der Glühspan nicht in die Bleche ein, und letztere widerstehen besser der Witterung und (an Schiffsbeschlägen) der zerstörenden Wirkung des Seewassers.

Der Metallverlust durch Glühspan beträgt beim Kaltwalzen des Kupfers nur etwa $^1/_4$ Prozent (vom rohen Plattenkupfer bis zum fertigen noch nicht beschnittenen Bleche), weil das Kupfer viel weniger von der Luft beim Glühen oxydirt wird, als Eisen. Wird glühend gewalzt, so rechnet man von 100^{kg} Gußplatten 80 fertiges Blech, 13 Abfallkupfer vom Beschneiden, 4 Kupferasche (durch Ablöschen des glühenden Bleches in Wasser oder Urin sich ablösend) und 3 Verlust.

Ein Kupferblechwalzwerk mit 2,1^{m} langen, 450^{mm} dicken Walzen erfordert zum Betriebe einen Arbeitsverbrauch von 15 Pferdestärken.

Die Kupferblechtafeln (Tafelkupfer) haben am gewöhnlichsten 760 bis 900^{mm} Breite und 1,5 bis 1,8^{m} Länge bei verschiedener Dicke, wonach 1 □^{m} 2,5 bis 25^{kg} wiegt. Das schwächste Kupferblech (von 0,5^{mm} und manchmal noch weniger Dicke) wird zusammengerollt verkauft (Rollkupfer, Flickkupfer). Die stärkeren Sorten erhalten nach ihrer Bestimmung die Namen: Dachblech, Rinnenblech, Schlauchblech, Schiffblech ꝛc. Dachblech wiegt 2,5 bis 15^{kg} pro □^{m}, am häufigsten 1 bis 5^{kg}. Das Schiffblech (zum Kupfern, doublage, *sheating*, der Seeschiffe) wird in England 1,22^{m} lang, 350^{mm} breit, 1 □^{m} 6,7 bis 12,8^{kg} schwer, verfertigt. Zu großen Braupfannen verwendet man Tafeln von 45 bis 55^{kg} pro □^{m} für die Böden und von 25 bis 33^{kg} für die Seiten. — Bei 1^{mm} Dicke wiegt 1 □^{m} ungefähr 8,8^{kg}.

Es wird Kupferblech erzeugt, welches auf einer Seite (seltener auf beiden Seiten) mit einer dünnen Lage von feinem Silber oder Golde überzogen ist: Plattirung, plattirtes Blech (plaqué, doublé, *plated*). Man unterscheidet Goldplattirung (plaqué ou doublé d'or, *gold-plated*) und Silberplattirung (plaqué ou doublé d'argent, *silver-plated*), welche beide — sowie die selten vorkommende Plattirung mit Platin — auf die nämliche Weise hervorgebracht werden. Eine glatt und rein abgefeilte, geschabte, durch Walzen verdichtete und wieder geschabte Platte von dem reinsten, weichsten Kupfer, 200 bis 300^{mm} lang, 120 bis 200^{mm} breit und 12 bis 20^{mm} dick, wird (für einfache Plattirung auf einer Seite, für doppelte auf beiden Seiten) mit einem gewalzten, glattgeschabten Silberbleche (aus feinem Silber) überlegt, welches man am Rande umklopft und durch einen auf der Dicke des Kupfers herumgebundenen ausgeglühten Eisendraht befestigt. Beide Metalle müssen auf den Flächen, wo sie sich berühren, völlig frei von Schmutz sein und dürfen hier nicht mit den Fingern angefaßt werden, wenn die Vereinigung vollkommen von Statten gehen soll. Die Kupferfläche wird vor dem Auflegen des Silbers mit einer starken Auflösung von salpetersaurem Silber bestrichen, amorcé, (wodurch sie einen höchst dünnen Silberüberzug erhält) und wieder abgetrocknet. Man bringt die belegte Platte in einem Ofen oder in einer Esse auf Holzkohlen oder Kokes zum starken Rothglühen, und überreibt das Silber kräftig und anhaltend mit einem eisernen, krückenartig gestalteten Werkzeuge, sowohl um die Luft zwischen Silber und Kupfer auszutreiben, als um beide Metalle in die genaueste Berührung mit einander zu bringen. Glühend herausgenommen, wird die Platte durch Anschlagen mit dem Hammer geprüft, und wenn man bemerkt, daß keine hohle Stelle mehr vorhanden ist, läßt man sie mehrmals schnell nacheinander durch die, jedes Mal enger gestellten, Zylinder eines starken Walzwerkes gehen. Hierdurch wird die Befestigung des Silbers auf dem Kupfer (eine Folge der Adhäsion, ohne Zusammenschmelzung und ohne Zwischenmittel) so vollkommen bewirkt, daß bei nachher fortgesetztem (kaltem) Auswalzen die beiden Metalle stets gleichmäßig sich strecken und nie mehr eine Trennung derselben erfolgt. Schieferige Stellen, an welchen das Silber sich ablöst, kommen zwar zuweilen vor, sind aber eine Folge von unaufmerksamer oder mißlungener Arbeit. — Seit Einführung der galvanischen Versilberung ist die Plattirung größtentheils außer Ge-

brauch gekommen, und was jetzt als plattirte Ware vorkommt, pflegt in der Regel versilberte zu sein.

Man bezeichnet die Stärke der Plattirung, indem man angibt, den wievielten Theil der Verbindung das Silber, dem Gewichte nach, ausmacht. So hat man Silberplattirung von $^1/_{40}$ (und manchmal noch schwächer) bis zu $^1/_{10}$, woran demnach das Silber $^1/_{39}$ bis $^1/_9$ des Kupfergewichtes beträgt. Dieses Verhältniß drückt — wegen der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes beider Metalle — nicht zugleich das Verhältniß der Dicke aus; vielmehr ist z. B. bei der Plattirung zu $^1/_{40}$ das Silber, der Dicke nach verglichen, nur etwa $^1/_{47}$, bei $^1/_{30}$ ungefähr $^1/_{35}$, bei $^1/_{20}$ ungefähr $^1/_{24}$, bei $^1/_{10}$ ungefähr $^1/_{12}$ des Ganzen. Mithin ergibt sich, daß bei der schwächsten Plattirung ($^1/_{40}$), selbst wenn das Blech zu der geringen Dicke von 0,25^{mm} ausgewalzt wird, das Silber doch noch wenigstens $^1/_{180}{}^{mm}$ dick darauf liegt, was weit mehr beträgt, als die Dicke der meisten Versilberungen. Die Benennung der Plattirung drückt in jedem Falle den Gewichtsantheil des darin befindlichen Silbers aus, ohne Rücksicht darauf, ob das Blech einseitig oder auf beiden Seiten plattirt ist; daher ist z. B. der Silberüberzug bei doppelter Plattirung zu $^1/_{20}$ nur halb so stark, als bei gleich dünn ausgewalzter einfacher Plattirung zu $^1/_{20}$.

Die Goldplattirung wird durch das nämliche Verfahren hervorgebracht, wie die Silberplattirung, ist aber, des Preises wegen, nur sehr schwach; der Unterschied in der Verfertigung besteht einzig darin, daß ein Goldblech aufgelegt und zum Bestreichen des Kupfers eine gesättigte Auflösung von Gold in Königswasser angewendet wird. — Bei der Platinplattirung dient zu gleichem Behufe eine Auflösung des Platins in Königswasser. Man kann aber auch ohne dieses Hülfsmittel auf folgende Weise zum Ziele kommen: Eine dünne viereckige Platinplatte und eine viel dickere etwas größere Kupferplatte werden so blank als möglich gemacht, auf einander gelegt, stark zusammengedrückt und zur Abhaltung der Oxydation mit Streifen von dünnerem Kupferbleche dicht umwickelt. So vorbereitet, werden mehrere dergleichen Plattenpaare rasch zum Rothglühen erhitzt und — auf einander geschichtet — einem sehr starken Drucke in einer hydraulischen Presse oder den kräftigen Stößen eines Prägwerkes unterworfen, wodurch die Vereinigung der beiden Metalle erfolgt. Nach dem Erkalten und nach Entfernung der Umwickelung geschieht die Streckung unter dem Walzwerke wie gewöhnlich. Aus platinplattirtem Kupfer verfertigt man Schalen u. dgl. für chemische Laboratorien, als wohlfeiles Surrogat der ganz platinenen Gefäße. Doch muß man dieselben durch Prägen (Stampfen) mittelst Stempeln in hohlen Formen (Stanzen) und nicht durch Hämmern herstellen, da unter dem Hammer — der verschiedenen Dehnbarkeit wegen — das Platin sich leicht vom Kupfer wieder trennt. — Sehr haltbare Platinplattirungen auf Kupfer werden nach folgenden zwei Methoden gewonnen, von welchen die erste durch ihre Einfachheit sich besonders für die Anwendung im Großen empfiehlt: a) Eine 4 bis 6^{mm} dicke, vollkommen flache und glatte Kupferplatte wird schwach geglüht, in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, mit feinem geschlemmten weißen Sande reingescheuert, mit destillirtem Wasser abgespült, durch Reiben mit einem weichen Korke und einem feuchten feinpulvrigen Gemenge von 1 Theil Chlorsilber, 2 Th. Weinstein, 1 Th. Kochsalz, 1 Th. Schlämmkreide versilbert, wieder gespült, endlich dadurch getrocknet, daß man sie geneigt hält, schwach erwärmt und vorsichtig darüber hinbläst. Dann legt man auf diese Platte zwei bis fünf dünne, ebenfalls gut gereinigte Platinfolien, deren letzte so groß sein muß, daß man ihre Ränder über jene des Kupfers umlegen kann. Endlich bedeckt man das Ganze mit dünnem, durch Glühen oberflächlich oxydirtem Kupferblech, welches gleichfalls an den Rändern dicht anschließend umgelegt wird, läßt es bei mäßigem Drucke zwei bis drei Mal durch das Walzwerk gehen, erhitzt rasch zum Rothglühen und walzt möglichst schnell bei scharf gespannten Walzen bis etwa zur doppelten Länge aus. Hierbei platzt die Kupferhülle, welche nun vor weiterem Strecken beseitigt wird. — b) Die wie oben vorbereitete und vom Spülen noch feuchte Kupferplatte wird (ohne Versilberung) mit einer dünnen gleichmäßigen Lage höchst fein zerriebenen Platinschwammes (S. 71) bepudert, dann wie angegeben mit Platinfolien belegt und im Uebrigen ganz nach der ersten Methode behandelt.

Die dünnsten gold- und silberplattirten Bleche sind die unechten Folien (Kupferfolien, paillon de cuivre), deren Dicke ungefähr $^1/_{21}$ bis $^1/_{18}{}^{mm}$ beträgt. Unechte Silberfolie besteht auch öfters aus dünnem gewalzten Kupferbleche, welches man kalt versilbert, indem man feines (aus Silberauflösung durch Kupfer gefälltes) Silberpulver nebst Weinstein und Kochsalz naß mit feiner Leinwand aufreibt. Farbig werden die Folien dargestellt, indem man ihre Silberseite mit einer durch vegetabilische Pigmente

gefärbten Hausenblase- oder Gelatine-Auflösung anstreicht. — Es ist zu bemerken, daß die ausgewalzten plattirten Bleche (auf welchen das Gold oder Silber nur noch eine sehr dünne Schicht bildet) das Glühen theils gar nicht, theils nur unter Beobachtung der höchsten Vorsicht vertragen, indem dabei leicht das edle Metall sich mit dem Kupfer chemisch verbindet, oder wenigstens in dessen Poren einzieht, wodurch die Gold- oder Silberfarbe verloren geht. Wird so veränderte Plattirung durch verdünnte Schwefelsäure blankgebeizt (von darauf sitzendem Kupferoxyd gereinigt), dann einige Minuten lang in Auflösung von salzsaurem Zinkoxyd gesteckt, so beseitigt letztere oberflächlich das Kupfer und der Silberüberzug erscheint wiederhergestellt.

Man hat versucht, Kupfer mit Aluminium zu plattiren, aber diese **Aluminiumplattirung** hat kaum einen praktischen Werth; wogegen das in Anregung gebrachte nnd hier gelegentlich auch zu erwähnende Plattiren des Aluminiums mit Gold oder Silber gar keinen Sinn hat, so lange das Aluminium ein theures Metall ist.

4) **Messing-Blech** (Latun, **laiton, planches de laiton,** *sheet brass, plate-brass, latten brass, latin brass, brass-plate*) und **Tombak-Blech**. — Die Fabrikation derselben stimmt mit jener des Kupferbleches bis auf den einzigen Umstand überein, daß die Bearbeitung hier stets — bis auf die S. 154 angezeigte Ausnahme — kalt geschehen muß, weil gewöhnliches Messing und Tombak im glühenden Zustande spröde sind.

Die 6 bis 20 mm dick gegossenen und dann zerschnittenen Platten (S. 149) erfordern, wenn sie durch Schlagen in Blech verwandelt werden sollen, leichte Hämmer und anfangs ziemliche Vorsicht, weil das Messing einen beträchtlichen Grad von Sprödigkeit besitzt, bevor das krystallinische Gefüge, welches ihm vom Gusse aus eigen ist, durch die Bearbeitung eine hinlängliche Verfeinerung erlitten hat. Die geschlagenen Bleche werden unter einem **Planirhammer** mit breiterer Bahn geebnet.

Zur Verfertigung des gewalzten Messing- oder Tombakbleches, welches das gewöhnlichste ist, werden gegossene Platten entweder sogleich unter die Walzen gebracht, oder zuerst mittelst des Hammers etwas ausgestreckt und hierauf gewalzt. So lange die Platten noch dick sind, ist nach jedem Durchgange zwischen den Walzen das Ausglühen nothwendig; späterhin seltener. Sowohl die Walzen als die Bleche bestreicht man mit Oel, um das Anhängen der letzteren an die ersteren zu verhindern. Manche sehr breite und dünne Sorten streckt man durch Walzen bis zur erforderlichen Länge, und treibt sie zuletzt (zwanzig und mehr Tafeln auf einander liegend) unter einem **Schnellhammer**, der 300 bis 400 Schläge in einer Minute macht, noch bedeutend in die Breite aus. Die dünnste Gattung des Messingbleches, das s. g. **Rauschgold** (**Knittergold**, clinquant, oripeau, *dutch gold, dutch metal*) welches etwa $^1/_{90}$ bis $^1/_{65}$ mm Dicke hat, wird auf ähnliche Weise verfertigt, indem man ein schon unter den Walzen papierdünn gestrecktes und blank abgebeiztes Blech mit dem vom Wasser getriebenen Hammer noch dünner schlägt, wobei es zugleich seine Steifigkeit und seinen hohen Glanz erhält.

Ein Messingwalzwerk mit 2 Paar Zylindern von 900 mm Länge und 390 mm Durchmesser, wovon das eine Paar 12, das andere 24 Umgänge pr. Minute macht, wird durch eine Betriebsmaschine von 40 Pferdestärken betrieben. — Von 200 kg zugeschnittener Gußplatten erfolgen durchschnittlich 190 kg fertiges Blech, 9 kg Abfall und 1 kg Glühverlust.

Die Messing- und Tombakbleche überziehen sich durch das zwischen der Bearbeitung mehrmals wiederholte Ausglühen mit einer dünnen schwärzlichen Oxydhaut, welche meistentheils durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure (20 kg Wasser auf 1 kg engl. Schwefelsäure) weggeschafft wird. Das gebeizte Blech wird mit nassem Sande abgescheuert, abgespült und über Kohlenfeuer schnell getrocknet, oder (doch meist nur auf einer Seite) auf einem hölzernen Bocke mit einem langen, zweigriffigen Messer (zuweilen mit einer mechanischen Vorrichtung) **geschabt**, wodurch es einen hohen Glanz erhält. Durch das Beizen gehen im großen Durchschnitte etwa 2 Prozent, durch das (einseitige) Schaben 4 Prozent am Gewichte verloren. Statt des Schabens wendet man auch wohl trockenes Abschmirgeln an, indem man das Blech auf einem etwas schrägen Tische unter einer außerordentlich schnell umlaufenden, mit aufgeleimtem Schmirgelpulver bekleideten Walze ziemlich rasch durchzieht. Nach dem Gesagten erklärt sich der Unterschied zwischen **schwarzem Messingbleche** und **lichtem** oder **blankem Messingbleche**. Schwarz kommen in der

Regel nur die dicksten Sorten in den Handel. Bleche, welche hart und elastisch sein sollen, werden nach dem letzten Hämmern oder Walzen nicht geglüht, was dagegen bei solchen der Fall ist, welche man weich verlangt. Die dünnsten Bleche werden dicht zusammengerollt (Rollmessing, *sheet brass in rolls*; Rolltombak), die stärkeren bloß einige Mal umgebogen und flach zusammengelegt (Bugmessing), die dicksten in schlichten Tafeln verkauft (Tafelmessing, Tafeltombak). — Tafelmessing ist gewöhnlich 300 bis 550 und selbst 650 mm breit, von verschiedener Länge und 1 bis 17 mm dick. Die dünnsten Tafeln sind aber auch die längsten und schmälsten. Das Bugmessing begreift schmale und dünne aber lange Sorten (Länge 1 bis 5,5 m, Breite 180 bis 260 mm, Dicke 0,3 bis 2 mm), wobei mit abnehmender Dicke die Länge und Breite steigt. Rollmessing hat man von 0,4 bis etwa 0,12 mm herab dick und 120 bis 460 mm breit; auch hier sind die dünnsten Sorten die breitesten, aber die Länge der Rollen ist wenig verschieden (ungefähr 6,5 m). Von Messingblech, welches 1 mm dick ist, wiegt 1 □m durchschnittlich 8,6 kg. — Das (glühend ausgewalzte) Blech von schmiedbarem Messing, S. 47, wird zum Beschlagen der Seeschiffe statt Kupfer (als Schiffblech, *ship sheathing*) gebraucht. Zum Dachdecken wendet man bisweilen Messingblech an, welches in Tafeln von etwa 2,4 m Länge bei 300 oder 330 mm Breite und von solcher Stärke fabrizirt wird, daß 1 □m ungefähr 6 kg wiegt.

5) **Argentanblech** (Packfongblech, Neusilberblech). — Das Argentanblech wird gewalzt, aber ein Vorschlagen desselben unter dem Wasserhammer ist von Nutzen. — Man gießt dazu — zwischen zwei gußeisernen Tafeln, welche durch eingelegte Randleisten im gehörigen Abstande von einander erhalten werden — Platten von 200 bis 300 mm Länge, 120 bis 200 mm Breite und 8 bis 12 mm Dicke. Das Hämmern und Walzen derselben muß anfangs sehr behutsam (unter langsam fortschreitender Verdünnung) geschehen. Nach jedem Ueberhämmern oder nach jedem Durchgange zwischen den Walzen muß man das Metall schwach (bis zur kirschbraunen Farbe) glühen; die Bearbeitung darf nicht eher fortgesetzt werden, als bis es völlig wieder erkaltet ist. Ist aber das Gefüge ein Mal verfeinert, so läßt sich das Argentan fast eben so gut wie Messing verarbeiten. Die Spannung, welche die Bleche hier und da beim Walzen erhalten, muß ihnen durch einige Hammerschläge benommen werden; versäumt man dies, so entstehen bei fortgesetztem Walzen Risse an den gespannten Stellen. Sehr dünnes Argentanblech kommt im Handel unter dem Namen Rauschsilber vor; es gleicht (bis auf die Farbe) dem Rauschgolde (S. 160) und wird wie dieses verfertigt, ist aber dicker (etwa 1/66 bis 1/40 Millim.).

Man hat in England den Versuch gemacht, Argentanblech gleich Kupfer (S. 158) mit Silber zu plattiren, und dadurch den Vortheil erreichen wollen, daß bei Abnutzung des Silberüberzuges nicht eine rothe, sondern eine weiße Unterlage durchscheine. Dieses Verfahren ist aber entbehrlich und die Anwendung stark versilberten Argentanes (S. 56) vorzuziehen, da die Versilberung viel wohlfeiler ist als die Plattirung und leicht wieder erneuert werden kann.

6) **Bronze-Blech.** Diejenigen Arten der Bronze, welche aus Kupfer mit Zink und wenig Zinn bestehen, also eigentlich wie ein etwas zinnhaltiges Messing angesehen werden können, lassen sich gleich dem gewöhnlichen Messing auf Blech verarbeiten; dies ist jedoch mit der allein aus Kupfer und Zinn bestehenden Bronze nur dann der Fall, wenn der Zinngehalt sehr klein ist und das Auswalzen im rothglühenden Zustande geschieht: in Frankreich verfertigt man Blech zum Beschlagen der Seeschiffe aus einer Legirung von 94 bis 96 Kupfer mit beziehungsweise 6 bis 4 Zinn, und hat dasselbe weit dauerhafter gefunden, als Kupferblech und Messingblech.

7) **Bleiblech**. Bei der großen Weichheit des Bleies werden Bleibleche nie anders als durch Walzen dargestellt (Walzblei, feuilles de plomb, plomb laminé, *sheet lead, rolled lead*). Man zerschneidet die gegossenen, 6 bis 30 mm dicken Platten (S. 117) in kleinere Stücke und bringt diese ohne weitere Vorbereitung unter das Walzwerk[1]). Anfangs läßt man die Platten einzeln durch die Walzen gehen, später-

[1]) Brevets, XXII. 73; XXIII. 47.

hin, wenn sie dünn geworden sind, legt man bis zu 12 oder noch mehr aufeinander, deren Zusammenhaftung durch Bestreichen mit Oel verhindert wird.

Zu diesem Einölen ist eine mechanische Vorrichtung angegeben[1]). — Die fertigen Bleche werden mit einer Schere oder zweckmäßiger mit einem Messer beschnitten und gewöhnlich zusammengerollt (Rollblei). Ganz dünne Blätter, wie das gewalzte Tabakblei, können zu hundert und mehr auf ein Mal in einer Presse, mit einem Werkzeuge wie der Beschneidhobel der Buchbinder, beschnitten werden.

Bei der Anfertigung von Walzblei, wovon ein □m 16 bis 25kg wiegt, kann man aus 100kg Gußplatten 90 fertiges Rollblei und 10 Abfall rechnen; aus 100kg Abfallblei (durch Einschmelzen) 94kg Gußplatten, 5kg Krätz und Abgang, 1kg Schmelzverlust.

Man verfertigt gewalzte Bleiplatten von 0,2mm bis zu 8mm Dicke; am gebräuchlichsten sind die Sorten von 1 bis 3mm. Ein □m von 1mm Dicke wiegt etwa 11,3kg. Ihre Größe ist verschieden und oft bedeutend, die Breite meist 0,75 bis 1m, die Länge bis 3m und darüber. Das gewalzte Tabakblei ist glätter und im Allgemeinen dünner als das gegossene (S. 118); das schwächste hat nur etwa 0,05mm Dicke und wiegt 0,5kg pr. □m oder wenig mehr; stärkeres steigt bis ungefähr 0,1mm und wiegt 1,05kg. Man zerschneidet es zum Gebrauche in Stücke, von der zu den Tabakpaketen erforderlichen Größe, z. B. 250mm lang und 170mm breit oder 200mm lang und 120mm breit, wozu noch die kleinen quadratischen Bodenblättchen kommen. — Zinnplattirte Bleibleche erhält man, wenn man eine ganz blanke und reine Bleiplatte und eine ebenso vorbereitete Zinnplatte (oder eine dünne Bleiplatte und ein Blatt Zinnfolie) auf einander legt und zusammen auswalzt, wobei sie sich vermittelst des Druckes vereinigen; oder indem man auf eine dicke, rein geschabte, mit geschmolzenem Zinn und etwas Kolophonium angeriebene Bleiplatte eine Schicht Zinn aufgießt und sodann das Ganze unter den Walzen beliebig ausstreckt. Wegen der ungleichen Streckbarkeit beider Metalle ist es am besten, das Blei gänzlich mit Zinn einzuschließen, wonach es sich nicht stärker als dieses ausdehnen kann. Zu diesem Ende legt man eine z. B. 220mm lange, 130mm breite, 12mm dicke, gehörig gereinigte und mit bleihaltigem Zinn verzinnte Bleiplatte in eine eiserne Gießform, deren Höhlung 250mm lang, 150mm breit, und 18mm weit ist, erhält sie durch zwischengelegte Zinnstückchen gleichmäßig von deren Wänden entfernt, und gießt den leeren Raum mit Zinn aus. Um einen schwächern Zinnüberzug zu erlangen, ist es genügend, eine noch ziemlich starke Tafel nur durch Aufreiben von geschmolzenem Zinn mit Kolophonium zu verzinnen, und dann auszuwalzen. Auf diese Weise entsteht das verzinnte Tabakblei, welches der Einwirkung der im Schnupftabak enthaltenen Beizmittel nicht so unterliegt, wie das unverzinnte.

Eine eigenthümliche Methode der Bleiplattenfabrikation, welche das Walzen ganz umgeht, besteht darin, einen gegossenen dicken Bleizylinder, während er in Achsendrehung begriffen ist, einem seiner Länge nach sich erstreckenden Messer darzubieten, welches bei jeder Umdrehung um soviel, als die Dicke der Platten betragen soll, vorrückt und ihn spiralförmig abschält[2]). Man hat hierbei die frisch geschnittenen Platten sofort beim Austritt aus der Maschine galvanisch verzinnen wollen.

8) **Zinnblech.** Die Verarbeitung des Zinnes unter dem Walzwerke stimmt mit jener des Bleies überein; wiewohl dickere gewalzte Zinnplatten nicht häufig — am meisten noch von sogenanntem Britannia-Metall, S. 42 — verfertigt werden. Die ganz dünnen Zinnblätter, welche unter dem Namen Stanniol, Zinnfolie (feuilles d'étain, *tin-foil*) zu verschiedenen Zwecken, am häufigsten aber zur Belegung der Glasspiegel angewendet werden, verfertigt man theils durch Walzen, theils durch Schlagen mit dem Hammer.

Zu den für die Spiegelbelegung dienenden Stanniolsorten (Spiegelfolie, étain en feuilles) wird das Zinn rein oder mit 1 bis 2 Prozent Kupfer legirt verarbeitet; dieser Zusatz vermehrt sehr bestimmt die Festigkeit der Folie. — Nach der älteren Art geschieht (oder geschah) die Herstellung des Stanniols ganz allein durch Schlagen, nämlich unter den Stanniolhämmern, welche gewöhnliche leichte Schwanzhämmer von ungefähr 25kg Gewicht sind und 250 bis 300 Schläge in einer Minute machen (Stanniol-

[1]) Polyt. Centr. 1864, S. 1269. — Polyt. Journ., Bd. 174, S. 179.
[2]) Zeitschrift d. Ing. 1861, S. 74. — Polyt. Journ., Bd. 160, S. 255. — Schweiz. Z. 1861, S. 111.

schlägerei)[1]). Hammer und Ambos müssen auf der Bahn gut verstählt, gehärtet und polirt sein. Man gießt aus dem Zinne, welches in einem gußeisernen Kessel geschmolzen wird, in eisernen Formen (Eingüsse) Stäbe von etwa 350mm Länge, 37mm Breite und Dicke, welche unter drei Hämmern, dem Streckhammer, Zainhammer und Platthammer, der Reihe nach bearbeitet werden. Die Bahn eines jeden dieser Hämmer hat 125mm Länge und 100mm Breite; die Ambosse sind an Größe verschieden: die Bahn ist beim Streckambosse 280mm lang und 100mm breit, beim Zain- und Plattambosse 280mm lang, 200mm breit. Die Zinnblätter ruhen beim Schlagen auf einem horizontalen Brete, welches neben dem Ambosse angebracht ist. Im Winter wird das Zinn auf einer geheizten Eisenplatte erwärmt; der auf diese Weise erzeugte Stanniol sieht etwas matt und gleichsam fein gekörnt aus, während der kalt geschlagene ganz glatt, wie polirt, erscheint. Die gegossenen Stäbe werden zuerst einzeln unter dem Streckhammer zu 1,8 bis 3m Länge ausgedehnt (das Strecken); hierauf legt man mehrere derselben auf einander, ebnet sie unter dem Zainhammer (das Ausebnen), wobei ihre Länge auf 2,4 bis 3,6m zunimmt, schneidet sie in der halben Länge ab, legt die Hälften auf einander, und verlängert sie nöthigenfalls unter dem Zainhammer wieder auf 1,8 bis 3m (das Langzainen). Die Breite ist während dieser Bearbeitungen nur auf 75 bis 100mm gestiegen. Das Büschel von vielen auf einander liegenden Blättern (der Schlag) wird nun abermals in der Mitte zertheilt, noch etwas in die Länge gestreckt (Ablängen), dann aber unter dem Zainhammer (Breitzainen) und zuletzt unter dem Platthammer (Ausplatten) in die Breite ausgedehnt, wobei man das oberste und unterste Blatt mit Oel oder Fett bestreicht, um das Anhängen an Hammer und Ambos zu verhindern. Die fertigen Blätter, welche in einer Anzahl von 32 bis 192 auf einander liegen, werden auf den Rändern mit einem Messer nach dem Winkelmaße beschnitten, mit einem hölzernen Hammer auf einer glatten gußeisernen Platte völlig geebnet, dann aus einander genommen, sortirt (um die fehlerhaften zu beseitigen), endlich meist in zwei, drei oder vier Theile oder kleinere Blätter mit dem Messer zerschnitten. Der Abfall beim Beschneiden beträgt ein Fünftel (bei großen Blättern) bis ein Drittel (bei den kleinsten). Der Verkauf für die Spiegelfabriken geschieht in Rollen von 100 Blättern; eine solche Rolle heißt ein Schlag.

Eine bedeutende Ersparung an Arbeit ist in neuerer Zeit dadurch erreicht worden, daß man das Zinn zu Platten (nicht Stäben) gießt, diese zunächst unter einem Walzwerke (wie die Bleiplatten, S. 117) beträchtlich streckt und verdünnt, und nur den letzten Theil der Bearbeitung den Hämmern überläßt.

Gegenwärtig geht man oft noch weiter, indem man schon durch eine eigenthümliche Art des Gießens sehr dünne Blätter erzeugt (S. 118), welche mit Umgehung des Walzens nur eines verhältnißmäßig kurzen Schlagens bedürfen, um in verkäuflichen Stanniol umgewandelt zu werden. Es werden z. B. die großen gegossenen Blätter, von welchen 1 □m ungefähr 700g wiegt, in 4, 6 oder 8 Theile zerschnitten, 300 dergleichen auf einander gelegt und durch 6stündiges oder längeres Schlagen mit einem hölzernen Handhammer, theils auch unter einem Vertikalhammer (einer Art Stampfer)[2]), dünngeschlagen; man erhält auf diese Art Blätter, welche nach dem Beschneiden der Ränder z. B. 810mm in der Länge, 540mm in der Breite messen und Stück für Stück 70g (bei einer Dicke von etwa 0,022mm) oder weniger wiegen, bis herab zu 33g (Dicke 0,01033mm).

Die Größe der Stanniolblätter ist sehr verschieden und oft beträchtlich, da die Belegung auch der größten Spiegel mit einem einzigen Blatte hergestellt werden muß. Mit der Flächengröße steigt auch die Dicke. Ein Blatt von 2,07m Länge und 800mm Breite, womit ein Spiegelglas von 2,04m und 780mm belegt werden kann, wiegt z. B. 6,2kg (1 □m = 3743 g), was einer Dicke von ungefähr 0,51mm entspricht: zu den kleinsten Spiegeln gebraucht man eine Sorte, wovon 1 □m meist nicht unter 275g wiegt (Dicke etwa 0,038mm). Die als allgemeiner Handelsartikel vorkommenden kleinen Sorten, welche zum Ausfüttern von Kästchen, zum Einwickeln von Toilette-Seifen, Chokolade u. s. w. Anwendung finden, messen von 400mm an bis 1m in der Länge bei 280 bis 540mm Breite und werden in Rollen von 1/2kg verkauft; ihre Dicke geht von 0,15mm (Gewicht von 1 □m 1100 g) bis ungefähr 0,0077mm (1 □m = 56 g) herab.

Zu den ebengedachten Verwendungen (außer der Spiegelbelegung) wird auch sehr viel bleihaltige Zinnfolie fabrizirt, und zwar auf zweierlei Weise, indem man entweder aus einer Legirung von Zinn und Blei (mit 60 bis 96 Prozent Zinngehalt) Platten

[1]) Herdegen, die Stanniolschlägerei. Erlangen 1807 (als 2. Band von Rösling's Fabrikenschule).

[2]) Bulletin d'Encouragement 1860, p. 517.

gießt, die dann gewalzt und dünngeschlagen werden (paillon d'étain), oder eine Bleiplatte von beispielweise 370mm Länge, 220mm Breite und 16mm Dicke in einer angemessen vorgerichteten Gießform [1]) beiderseitig mit einer 6 bis 8mm dicken Zinnschicht übergießt und hierauf eben so verarbeitet (double d'étain). Das Fabrikat der letzteren Art (in welchem der Zinngehalt 32 bis 38 Prozent des Gesammtgewichtes ausmacht) ist leicht zu erkennen, wenn man ein Blättchen einige Mal nach einander in mäßig stark. Salpetersäure taucht; reine Zinnfolie verwandelt sich hierdurch ganz in ein weißes Pulver (Zinnoxydhydrat), wogegen die plattirte nur ihren Zinnüberzug auf diese Weise verliert, das Bleiblatt aber unangegriffen hinterläßt.

Um farbige glänzende Zinnfolie zu bereiten, wird der Stanniol durch Abreiben mit Baumwolle und feinem Kreidepulver gereinigt, mit Hausenblasenleim oder Gelatineauflösung überzogen, mit Absud oder Aufguß von Berberisbeeren, Lakmus, Orseille, Safran rc. gefärbt, nach dem Trocknen mit einem Weingeistfirniß oder Collodium (Auflösung der Schießbaumwolle in Aether) bestrichen.

Das Projekt, Zinnfolie in einer Maschine [2]) durch spiralförmiges Abschälen eines um seine Achse gedrehten Zinnzylinders mittelst eines Messers darzustellen, ist wahrscheinlich nie zur Ausführung gelangt.

9) **Zinkblech** (zinc laminé, feuilles de zinc, *sheet zinc*). — Das Zink wird ausschließlich durch Walzen in Blech verwandelt. Man schmelzt das Metall (raffinirtes Zink, S. 39) in einem gußeisernen Kessel und gießt es in Sand- oder eisernen Formen zu Platten von etwa 370mm Länge, 220mm Breite und 12mm Dicke. Während der Bearbeitung werden die Bleche oft in einem Ofen angewärmt, bis ein darauf gespritzter Wassertropfen zischt, und so viel wie möglich stets in dieser Wärme erhalten. Es ist zu diesem Zwecke empfohlen worden, die Zylinder des Walzwerkes hohl zu machen und durch hineingeleiteten Wasserdampf zu heizen; doch wird dies der Regel nach überflüssig sein, da man vielmehr Sorge zu tragen hat, daß die durch das Walzen selbst schon entstehende Erwärmung nicht den angezeigten vortheilhaften Grad übersteige, weil alsdann die Bleche spröde werden würden. In einigen Fabriken wärmt man die Platten in einem Kessel voll kochenden Wassers nur bis zu 100° C. Sind sie durch das Auswalzen schon etwas dünn geworden, so bedürfen sie keines Anwärmens mehr. Walzen und Bleche bestreicht man mit Oel oder Talg. Sind die Tafeln ziemlich dünn geworden, so legt man zum ferneren Auswalzen mehrere auf einander. Je dünner das Blech gestreckt wird, desto größere Festigkeit erlangt es, desto später bricht es also beim Hin- und Herbiegen. Nach dem letzten Durchgange durch die Walzen werden die Bleche gewöhnlich bis zu etwa 150° C. erwärmt und hierauf der langsamen Abkühlung überlassen (das sogenannte Ausglühen, recuire, *annealing*); hierdurch vermindert sich zwar ihre Festigkeit, aber es steigt — was meist von größerer Wichtigkeit ist — ihre Biegsamkeit.

Im Handel finden sich Zinkbleche am gewöhnlichsten von 1,2 bis 1,9m Länge und 0,45 bis 1m Breite, bei 0,3 bis 5mm Dicke. Ein □m Zinkblech, 1mm dick, wiegt ungefähr 7kg. Zum Dachdecken wählt man eine Sorte, wovon 1 □m 7 bis 8kg wiegt; zu Lampen, Büchsen u. a. Klempnerarbeiten solches von 3,5 bis 4,1kg; zu Eimern, Gießkannen, Waschkübeln u. dgl. von 4,8 bis 6,2 kg; zum Schiffsbeschlag von 8,5 bis 11kg; zu Pumpenstiefeln, großen Behältern rc. von 11 bis 14kg. Durch seine Wohlfeilheit empfiehlt sich das Zinkblech zu noch mancherlei anderen Anwendungen [3]). Das dünnste, welches nur $^1/_{40}$ bis $^1/_{12}$ mm stark ist und 0,17 bis 0,60kg pr. □m wiegt, muß als interessantes aber nutzloses Kunststück betrachtet werden; man hat es wohl Papierzink genannt und Tabakzink (sofern der mißlungene Versuch gemacht wurde, dergleichen Zinkblätter statt Blei zum Einpacken des Schnupftabaks anzuwenden).

Zinkblech läßt sich mit Blei plattiren, indem man eine dünne Bleiplatte auf dasselbe legt und beide zusammen, in erwärmtem Zustande, ein oder zwei Mal durch Walzen führt, welche so gestellt sind, daß das Zink eine geringe Streckung erleidet. Die sich berührenden Oberflächen müssen vorher mit größter Sorgfalt gereinigt werden.

---

[1]) Bulletin d'Encouragement 1859, p. 474. — Génie ind., T. 17, p. 33. — Polyt. Journ., Bd. 154, S. 378. — Polyt. Centr. 1860, S. 13.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 153, S. 259. — Polyt. Centr. 1859, S. 993.

[3]) Mittheilungen, Lief. 64—65, (1852), S. 61.

10) **Silber-, Gold- und Platinblech.** — Eigentliches Silber- und Goldblech wird nie als Handelsware, sondern nur zur unmittelbaren Verarbeitung verfertigt. Man stellt es allgemein durch Walzen dar, indem man einen gegossenen Stab oder eine gegossene Platte zuerst mittelst des Handhammers etwas ausbreitet und dann unter die Walzen bringt. Die Bearbeitung geschieht kalt, allein so oft das Metall hart und steif wird, muß es wieder geglüht werden. Platinblech wird nur im Kleinen gemacht und eben so behandelt. Das dünnste Silberblech ist die echte Folie (Silberfolie, feuille d'argent, *silver-foil)*, welche nach dem vollständigen Auswalzen mit Kalk polirt, auch öfters auf einer Seite vergoldet wird (Goldfolie). Sehr dünne Platinfolie kann dadurch hergestellt werden, daß man Kupferblech mit Platin plattirt, es dünn auswalzt und dann durch Einlegen in Salpetersäure das Kupfer auflöst.

Silberblech läßt sich mit Gold oder Platin plattiren nach denselben Methoden, welche für das Plattiren des Kupfers angegeben sind (S. 158—160); nur darf dabei keine Gold- und Platinauflösung angewendet werden, weil durch deren Zersetzung unauflösliches Chlorsilber entsteht, welches beim Abspülen nicht leicht gänzlich entfernt werden kann.

Hier müssen endlich auch jene äußerst dünnen Blättchen angeführt werden, welche man durch Schlagen mit dem Hammer aus Gold und Silber (seltener aus Platin, in neuester Zeit auch aus Aluminium) verfertigt und zum Vergolden zc. der Bücher-Einbände, des Holzwerkes u. s. f. anwendet (geschlagenes Gold, Blattgold, or battu, or en feuilles, feuilles d'or, *beaten gold*, *leaf-gold;* und geschlagenes Silber, Blattsilber, argent battu, argent en feuilles, feuilles d'argent, *beaten silver*, *leaf-silver*). Das Verfahren der Goldschlägerei, battage d'or, *gold beating* (welches die Bearbeitung von Gold, Silber, Platin und Aluminium zusammen begreift)[1]), hat das Eigenthümliche, daß bei dem (ohne Anwendung von Wärme stattfindenden) Schlagen eine große Anzahl auf einander liegender Blättchen durch dazwischen gelegte Blätter eines glatten und etwas harten Stoffes getrennt sind, weil sie sonst zusammenhaften und ihrer Feinheit wegen nicht unbeschädigt bleiben würden. Dieser Stoff ist Pergament, so lange das Metall noch einige Dicke hat; gegen Ende gebraucht man das feine Oberhäutchen vom Blinddarme der Ochsen (Goldschlägerhaut, baudruche, *gold-beater's skin)*, welches gereinigt, aufgespannt, getrocknet, mit Alaunwasser gewaschen, mit Wein, worin man Hausenblase und einige Gewürze aufgelöst hat, bestrichen und mit Eiweiß überzogen wird. Die Vereinigung einer bestimmten Anzahl lose auf einander liegender viereckiger Blätter, zwischen welche die Gold-, Silber- oder Platin-Blättchen einzeln eingelegt werden, worauf man das Ganze in ein doppeltes Futteral (fourreau) von Pergament schiebt, heißt eine Form (outil, moule), und man unterscheidet Pergament-Formen (cauchers) und Haut-Formen (chaudrets).

Das Gold wird meist rein (ohne Zusatz) angewendet, das Silber jederzeit fein. Zu blaßgelbem Blattgolde (Pariser Gold, Franzgold) versetzt man Feingold mit $^1/_{16}$ Silber, oder mit $^1/_{20}$ Silber und $^1/_{40}$ Kupfer. Man gießt aus dem Golde in einem eisernen Eingusse einen Stab oder Zain (lingot, *ingot)* von 20 bis 40 Dukaten = 70 bis 140 g Gewicht, etwa 18 mm breit, schmiedet ihn kalt nach Länge und Breite aus (wobei er abwechselnd ausgeglüht wird), bis er auf 2 oder 4 mm verdünnt ist, setzt die Verdünnung unter einem kleinen Walzwerke fort, zerschneidet dieses Blech mit einer Schere in viereckige Stücke von 25 mm im Quadrat (Quartiere, quartiers, *squares)* und beginnt hierauf das Schlagen in den Formen, wozu ein Marmor- oder Granitblock statt des Ambosses dient. Die Hämmer, deren man mehrere von verschiedenem Gewichte nach der Reihe gebraucht, sind Handhämmer mit kreisrunder, etwas konvexer Bahn, welche 2,5 bis 8 kg wiegen. Die Form wird während des Schlagens fleißig gedreht und umgewendet. Man wendet gewöhnlich zwei Pergamentformen und dann zwei Hautformen, im Ganzen also vier Formen nach einander an. Das Schlagen in einer Form wird so lange fortgesetzt, bis die Goldblätter die volle Größe der Form (100 bis 125 mm im Quadrat)

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Goldschlägerei.

erreicht haben. Man nimmt sie dann heraus, zerschneidet sie über Kreuz in vier gleiche Theile und legt sie in die folgende Form, mit der man das Schlagen fortsetzt. Die erste Pergamentform führt den Namen Dickquetsche, die zweite Pergamentform heißt Dünnquetsche, die erste Hautform Lothform, und die zweite, aus welcher das Gold fertig hervorgeht, Dünnschlagform. Eine Hautform enthält wohl bis zu 800 Blatt Goldschlägerhaut. Der Abfall während der ganzen Bearbeitung (Krätze, Schawine) beträgt an zerrissenen Blättern und an dem, was beim Beschneiden abgeht, fast die Hälfte des Goldgewichtes und wird eingeschmolzen, oder gibt, mit Honig fein zerrieben, sodann mit Wasser ausgewaschen, die Goldbronze, das sogenannte Malergold, Muschelgold (or en coquille, or moulu, or en chaux, *shell gold)*.

Durch geringe Zusätze von Silber oder Kupfer erzeugt man die öfters verlangten mancherlei Abstufungen im Gelb des Blattgoldes, als: grünes oder englisches (mit Silber), zitronengelbes (mit wenig Silber), blaßgelbes (sehr wenig Silber), gelbes (ohne Zusatz), rothes (mit ein wenig Kupfer).

Es sind Maschinen zum Goldschlagen angegeben worden, durch welche die sehr beschwerliche Handarbeit ersetzt wird [1]). — Ein in Paris verfertigtes Surrogat für Goldschlägerhaut scheint dünnes aus zermahlenen Gedärmen, Blasen, Sehnen oder Hautabfällen bereitetes Papier zu sein.

Muschelgold verfertigt man auch durch Fällung einer verdünnten Auflösung von Goldchlorid mittelst Antimonchlorid-Auflösung, Vermengung des feinen Goldniederschlages mit Barythydrat, Zerreiben auf dem Reibsteine, Ausziehen mit verdünnter Salzsäure, Waschen mit destillirtem Wasser, worauf das Präparat mit Gummiauflösung angemacht in die Muscheln gegeben wird.

Blattsilber wird wie das Blattgold bereitet, aber weniger fein geschlagen. — Zwischgold *(party gold)* ist Blattsilber, welches auf einer Seite einen sehr dünnen Goldüberzug hat, gleichsam mit Gold plattirt ist. Man erhält es, indem man vor Beendigung des Schlagens auf jedes Silberblatt ein Goldblättchen legt, und dann die Bearbeitung wie gewöhnlich vollendet. Es ist blaß von Farbe und läuft von den Ausdünstungen, welche das Silber schwärzen, leicht an, weil das Gold (welches nur den neunten bis siebenten Theil des Gesammtgewichtes beträgt) eine unvollkommene Decke bildet.

Die Blättchen des geschlagenen Goldes, wie es im Handel vorkommt, sind der Regel nach Quadrate von 50 bis 87^{mm} Seite, also von 25 bis 75 Quadratcentimeter Flächeninhalt, und werden einzeln zwischen die Blätter kleiner Büchelchen von glattem röthlichen, mit Bolus eingeriebenem Papiere gelegt. 250 (252) Blättchen heißen ein Buch, welches aus 12 Büchelchen von 21 Blatt, aus 10 Büchelchen von 25, oder aus 5 Büchelchen von 50 Blatt besteht. So viele Blättchen, als zusammen 1 Quadratmeter Flächenraum bedecken, wiegen 2,08 bis 2,68^{g}; 1^{g} Gold ist demnach zu 0,48 bis 0,73 □^{m} ausgebreitet, woraus die Dicke der Blättchen sich zu etwa $^{1}/_{9000}$ bis $^{1}/_{7000}$^{mm} ergibt. Die stärkste Sorte ist das sogenannte Fabrikgold, welches zur Vergoldung des Silberdrahtes dient, Blätter von 75 bis 100^{mm} im Quadrate bildet und $^{1}/_{230}$ bis $^{1}/_{140}$^{mm} Dicke hat (Gewicht eines Blattes etwa 0,8^{g}). — In Oesterreich ist seit 1866 vorgeschrieben, daß dieses Fabrikgold wenigstens 0,997 fein sein und ein Blatt desselben mindestens 0,85^{g} wiegen soll. — Blattsilber ist ungefähr $^{1}/_{4500}$^{mm} dick.

Blattaluminium hat in der Anwendung den Vorzug vor Blattsilber, daß es von Schwefelwasserstoff nicht verändert wird (nicht braun oder schwarz anläuft), ist aber zur Zeit noch viel theurer als Silber und orydirt sich allmälig an der Luft zu Thonerde.

Das reine Metallgewicht von 1 Buch Blattaluminium, bestehend aus 252 Blättern (12 Büchelchen zu 21 Blättern), jedes Blatt 87^{mm} lang und 83^{mm} breit, wurde = 2,04^{g} gefunden. Hieraus berechnet sich, daß 1^{g} Aluminium zu 0,892 □^{m} ausgebreitet ist, und die Dicke (spezif. Gewicht = 2,6 zu Grunde gelegt) 0,000431 oder $^{1}/_{2320}$^{mm} beträgt.

Das unechte Blattgold (Metallgold, Goldschaum, or demi-fin, or faux en feuilles, *dutch gold, leaf brass, leaf metal)* und das unechte Blattsilber (Metallsilber, Silberschaum) werden von den Metallschlägern [2]) im Wesentlichen wie die echten geschlagenen Metalle verfertigt, sind aber weit weniger dünn: Ersteres be-

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1856, S. 466; 1857, S. 398. — Brevets 1844, T. 41, p. 44. — Polyt. Journ., Bd. 137, S. 117. — Polyt. Centr. 1855, S. 1162; 1856, S. 1299; 1857, S. 1337; 1866, S. 1097.

[2]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1839, S. 117; 1841, S. 746; 1842, S. 203.

steht aus Tombak von 9 bis 17 Prozent Zinkgehalt und ist wenigstens $^1/_{2000}$, oft $^1/_{1450}$ bis $^1/_{1300}$ mm dick (1 g nimmt 0,15 bis 0,23 □m Flächenraum ein); letzteres ist Zinn mit etwa 2 bis $2^1/_2$ Prozent Zink versetzt, oder auch Argentan, und hat etwa $^1/_{800}$ mm Dicke.

Das Tombak, woraus Metallgold geschlagen werden soll, wird in eisernen Formen zu Stäbchen gegossen, die man bis zur Stärke eines Kartenblattes auswalzt, dann glüht (um sie weich zu machen) und — mehrere solche Streifen auf einander liegend — auf dem Ambosse noch dünner aushämmert. Wenn sie auf diese Weise etwa so fein wie Schreibpapier geworden sind, macht man sie durch Abreiben mit feinem Glaspulver blank, zerschneidet sie in Stückchen von 25 bis 30 mm im Quadrat, schlägt diese in einer Pergamentform zu 50 bis 60 mm im Quadrat aus, zertheilt sie in Viertel, und vollendet deren Bearbeitung in Hautformen. Je nachdem zur Bereitung des Metallgoldes Legirungen des Kupfers mit mehr oder weniger Zink angewendet werden, entstehen mancherlei Farbenabstufungen des Produktes. Man hat letzteres z. B. hochgelb (or), hellgelb (jaune), grün, d. h. messinggelb (vert). Die einzelnen Blätter messen gewöhnlich 103 mm auf 87, oder 96 mm auf 81, sind also etwas länglich viereckig. Sie werden in Papierbüchelchen eingelegt, deren jedes — nach Verschiedenheit des Fabrikgebrauches — 9 bis 21 Blätter Metallgold enthält. 12 Buch (livrets) machen 1 Päckchen (paquet), 10 Päckchen 1 Pack (dixaine); im Pack sind folglich 1080 bis 2520 Blätter. Das Schlagen wird theilweise durch Maschinen (kleine, von Pferde-, Wasser- oder Dampfkraft mittelst Daumenwelle betriebene Schwanzhämmer) verrichtet; auch eine selbstthätige Metall-Schlagmaschine ist erfunden worden, welche die Pergament- oder Hautform ohne Zuthun eines Arbeiters gehörig unter dem Hammer dreht und verschiebt[1])

Die Abfälle von den ganz dünn geschlagenen Blättern werden mit Honig auf Marmorplatten, auch in Reibmaschinen verschiedener Konstruktion[2]) zerrieben, dann mit Wasser ausgewaschen, und geben so die Metallbronze, welche man oft durch Erhitzen in einer eisernen Pfanne roth, blaßgelb, grün, purpur oder violett anlaufen läßt, um so verschiedenfarbige Arten von Bronze (Bronzefarben) darzustellen, welche zum Bronziren von Eisen-, Gyps-, Holzarbeiten ꝛc. und zum Bronzedruck in der Buch-, Kupfer- und Steindruckerei Anwendung finden. Durch Zerreiben von Metallsilber-Abfällen wird die weiße Bronze, auf gleiche Art aus dünngeschlagenen Kupferblättchen die Kupferbronze (rothe Bronze) dargestellt. — In England wird aus Messing, Tombak und verschiedenen anderen Legirungen, welche man zu höchst dünnen Blättchen geschlagen hat, das Bronzepulver dadurch bereitet, daß man dieselben auf ein feines Drahtsieb bringt, mit Olivenöl benetzt und mit einer Bürste von feinem Eisendrahte durchbürstet. Das durchgefallene Pulver kommt dann in eine Maschine, wo es auf einer gleich einem Mühlsteine gefurchten Stahlfläche von einer Anzahl rundspitziger, rechtwinklig darauf stehender und bewegter Stahlnadeln ferner feingerieben wird. Schließlich preßt man das Oel unter einer hydraulischen Presse soviel wie möglich heraus, trocknet und pulvert die gepreßten Kuchen. Die chemische Analyse hat als Bestandtheile solcher Bronzefarben immer Fettsubstanz, Sauerstoff und Kupfer oder eine Legirung von Kupfer und Zink ergeben[3]). Das Metall ist

für helle Nüancen	Kupfer	83
	Zink	17
für rothe Nüancen	Kupfer	94—90
	Zink	6—10
für kupferrothe Nüancen	Kupfer	100.

III. Schmieden und Walzen weniger einfacher Formen.

Es sind hauptsächlich Schmiedeisen und Stahl, aus welchen durch Schmieden (und in einzelnen Fällen durch Walzen) die mannigfaltigsten Gegenstände in ihrer ersten rohen Gestalt dargestellt werden; denn bei den übrigen Metallen ist theils eine solche Bearbeitung (wenn sie überhaupt, der Natur des Metalles nach, stattfinden kann) selten nöthig, theils wird sie weit vortheilhafter durch das Gießen ersetzt. Wenn daher bei der folgenden Auseinandersetzung zunächst nur auf Eisen und Stahl Rücksicht genommen ist, so genügt, in Betreff der übrigen Metalle, die Bemerkung, daß diese (das Schweißen abgerechnet) auf die nämliche Weise behandelt werden.

---

1) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1841, S. 643.
2) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1841, S. 754; 1842, S. 205; 1851, S. 610; 1853, S. 275; 1855, S. 715.
3) Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 452.

A. Schmieden (forger, *forging*, *smithing*)[1].

Von welcher ausgedehnten Wichtigkeit das Schmieden für die Verarbeitung des Eisens und Stahles ist, bedarf keiner Erörterung und wird sehr leicht erklärbar, wenn man sich erinnert, wie allgemein diese Materialien verarbeitet werden und daß das Gießen beim Schmiedeisen (wegen seiner Unschmelzbarkeit) unanwendbar, beim Stahle aber im Allgemeinen mit zu vielen Schwierigkeiten verbunden ist, übrigens aber selbst gegossener Stahl erst durch nachfolgendes Schmieden seine größte Festigkeit erlangt.

Die Hauptwerkzeuge beim Schmieden sind Hammer und Ambos. Die Hämmer sind entweder Maschinenhämmer oder Handhämmer. Im Besondern werden die von Wasserkraft betriebenen Maschinenhämmer Wasserhämmer genannt. Sie gleichen den Hämmern zum Schmieden des Stabeisens (S. 143), sind meist Schwanzhämmer, zum Theil auch Aufwerfer, und werden nur zur Verfertigung sehr großer Gegenstände, und einiger kleinerer, die man fabrikmäßig erzeugt (wie: Sensen, Gewehrläufe, eiserne Löffel, Kochgeschirr rc.), angewendet. Der Betrieb ähnlicher — d. h. mit Stiel oder Helm versehener — Hämmer geschieht häufig auch durch eine besondere Dampfmaschine. Man hat z. B. die Daumenwelle eines Schwanzhammers mittelst eines Krummzapfens, welcher direkt mit der Kolbenstange eines oszillirenden Dampfzylinders verbunden ist, umdrehen lassen[2]), oder die Hebung eines Aufwerfhammers dadurch bewirken lassen, daß man den Helm desselben unmittelbar mit dem Kolben eines Dampfzylinders in Verbindung brachte und Dampf unter diesem Kolben einströmen ließ, der hernach beim Fall des Hammers wieder ausgetrieben wurde[3]). Hierbei sind auch wohl Einrichtungen getroffen worden, die Richtung und Stärke der Schläge in weiten Grenzen abändern zu können (Dampfzuschläger, *steam striker*)[4]). Kleine Schwanzhämmer hat man zuweilen auf Bewegung durch Menschenkraft angeordnet[5]), im kleinsten Maßstabe mittelst eines Fußtrittes (Fußhammer, Tritthammer, *oliver*)[6]).

Eigenthümlich in Ansehung sowohl des Baues als der Betriebsweise sind die neuerlich sehr verbreiteten Vertikalhämmer oder Fallhämmer (marteau vertical, marteau-pilon), bei welchen ein gußeiserner Klotz (der Hammer oder Bär, mouton, pilon) mit unten eingeschobener stählerner Bahn zwischen Leitungen senkrecht aufgehoben wird und dann zur Ausübung des Schlages ebenso wieder herabfällt, wogegen bei den mit einem Helme um Zapfen beweglichen Hämmern die Bewegung im Bogen stattfindet. Dieser Unterschied gestattet zu Gunsten der Vertikalhämmer eine bedeutende Vergrößerung der Hubhöhe, wobei die Hammerbahn stets mit der Ambosbahn parallel bleibt; man ist daher auch im Stande, dickere Arbeitsstücke mit entsprechend größerer Fallhöhe des Hammers zu bearbeiten, während bei den Stielhämmern mit ihrer sehr beschränkten Hubhöhe gerade dann der geringste wirksame Hub übrig bleibt, wann das Gegentheil erforderlich wäre — nämlich sobald ein dickes Eisenstück auf dem Ambosse liegt. Ein weiterer Vorzug der Vertikalhämmer ist (da sie hauptsächlich in die Höhe gebaut sind) der verhältnißmäßig geringe Raumbedarf. Nach der Betriebsweise sind die Hauptarten der Vertikalhämmer: Dampfhämmer und Transmissionshämmer; von den letzteren (durch eine Transmissionswelle mittelst jederlei

---

[1]) Art du Serrurier, par Hoyau. Paris 1826. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII. Artikel: Schmieden. — Holtzapffel, I. 195. — Polyt. Journ., Bd. 118, S. 283. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 342. — C. Knight, The Mechanician and Constructor for Engineers. London 1869.

[2]) Hütte, 1858, Taf. 27.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 135, S. 88. — Polyt. Centr. 1854, S. 1184. — Jobard, Bulletin, T. 26, p. 226. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 158.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 206, S. 251.

[5]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, 1845, S. 554.

[6]) Holtzapffel, II. 962. — Brevets, T. 83, p. 222.

Motor zu betreiben) sind die wichtigsten: Daumenhämmer, Friktionshämmer, Federhämmer.

a) Dampfhammer (marteau-pilon à vapeur, marteau à vapeur, *steam hammer)*[1]). Gewöhnliche Hammerwerke durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, sind noch keine Dampfhämmer in dem Sinne, wie man dieses Wort hier zu nehmen hat. Bei den eigentlichen Dampfhämmern wirkt der Dampf direkt hebend, indem der Hammer am unteren Ende der Kolbenstange eines Dampfzylinders angebracht ist. Diese Stange trägt am oberen Ende den Kolben und geht durch eine unten an dem Zylinder befindliche Stopfbüchse heraus. Wird nun Dampf in den Zylinder unterhalb des Kolbens eingeleitet, so erfolgt die Hebung des Hammers — innerhalb der Grenze der Zylinder-Länge — bis zu beliebiger Höhe, nämlich bis zu dem Augenblicke, wo man den Dampfzufluß absperrt. Oeffnet man hierauf dem Dampfe einen Ausgang in die Atmosphäre, so fällt der Hammer vermöge der Schwere herab. Nöthigenfalls kann man den Hammer mit langsamer Bewegung niedergehen lassen, sogar in jedem Punkte seines Fallraumes aufhalten, indem man den Dampfaustritt mäßigt oder plötzlich ganz hemmt.

Vor gewöhnlichen Hammerwerken haben die Dampfhämmer, außer den oben angegebenen Vorzügen aller Vertikalhämmer, auch das voraus, daß man sie von fast beliebiger Größe bauen kann (es giebt solche von 50 bis zu 50000 kg Gewicht des Hammerbärs und 0,3 bis 3 m Hubhöhe); an das Schmieden vieler jetzt angefertigter kolossaler Eisen- und Stahlstücke hätte man sich ohne den Besitz der Dampfhämmer niemals wagen können. Die Vorrichtung zum Oeffnen und Schließen der Dampfwege (die Steuerung) wird entweder von einem Manne mit der Hand (Handsteuerung), oder automatisch in Thätigkeit gesetzt (Selbststeuerung); das Erstere ist unerläßlich, wenn häufige Veränderungen der Hubhöhe erforderlich sind. Der Ambos wird bisweilen auf eine um ihre Achse zu drehende horizontale Scheibe gestellt, was manche Wendungen des Arbeitstückes mit mehr Bequemlichkeit auszuführen erlaubt, auch wohl mittelst Wasserdruck in der Höhe verstellbar gemacht. Unter zahlreichen Abänderungen des Dampfhammers mag angeführt werden, daß man zuweilen den Dampfzylinder auch oben schließt und hier oberhalb des Kolbens beim Beginn des Falles Dampf einführt, um die Kraft und Zahl

---

[1]) Hütte, 1854, Taf. 7 a, b; Taf. 8; 1855, Taf. 20a bis d; 1857, Taf. 1a bis d; 1859, Taf. 11a bis c; 1862, Taf. 13; 1863, Taf. 2; 1864, Taf. 14a, b; 1866, Taf. 23; 1868, Taf. 30; 1869, Taf. 20. — Armengaud, IV. 369; VI. 355; XI. 3; XVI. 307. — Le Blanc, Recueil, IV. Pl. 24. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 11. — Kronauer, Zeitschrift, Jahrg. 1848, S. 161. — Bulletin d'Encouragement, 1848, p. 347. — Brevets, T. 83, p. 100. — Brevets, 1844, T. 8, p. 43; T. 11, p. 212; T. 14, p. 292; T. 23, p. 91; T. 30, p. 31; T. 35, p. 28; T. 36, p. 58; T. 41, p. 18; T. 43, p. 97, 292; T. 45, p. 57. — Génie ind., I. 167; XV. 293; XVII. 169, 290; XVIII. 65; XX. 169; XXVI. 302. — Jobard, Bulletin, T. 26, p. 222; T. 36, p. 14. — Mittheilungen, 1863, S. 236. — Polyt. Journ., Bd. 88, S. 101; Bd. 105, S. 241; Bd. 110, S. 409; Bd. 131, S. 6; Bd. 134, S. 199, 251; Bd. 139, S. 342; Bd. 142, S. 247; Bd. 143, S. 18; Bd. 145, S. 99, 326; Bd. 152, S. 403; Bd. 153, S. 243; Bd. 154, S. 1; Bd. 158, S. 337; Bd. 159, S. 94; Bd. 162, S. 405; Bd. 178, S. 81; Bd. 182, S. 440; Bd. 184, S. 226, 287; Bd. 189, S. 93; Bd. 195, S. 97; Bd. 199, S. 350. — Polyt. Centr., Jahrg. 1843, Bd. 1, S. 206; Jahrg. 1847, S. 23; 1854, S. 1217; 1855, S. 13, 74; 1856, S. 322, 568, 1348; 1857, S. 224, 229, 1282; 1858, S. 567, 1317; 1859, S. 577, 759; 1860, S. 88, 1646; 1861, S. 716, 860, 1336; 1864, S. 579; 1865, S. 627; 1866, S. 653; 1867, S. 526; 1870, S. 161. — Zeitschrift d. Ing. 1858, S. 119, 181, 307; 1860, S. 6, 40, 110; 1863, S. 204, 525; 1866, S. 351, 522. — Berliner Verh. 1865, S. 141. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1859, S. 404. — Schweiz. Z. 1859, S. 100; 1863, S. 135, 140. — Deutsche Gewerbezeitg. 1849, S. 4; 1855, S. 165; 1856, S. 166. — Technolog. Encyklopädie, XVI. 106; XXII. 699. — Holtzapffel, II. 958. — Atlas III., Taf. 6, 7. — Wiebe, Skizzenbuch 1865, Heft 2, Bl. 1 u. 2; 1867, Heft 5, Bl. 5 u. 6. — Riller, Riedler, Seeberg, Dampfhämmer. Graz 1871.

der Schläge zu erhöhen (Dampfhammer mit Oberdampf, marteau-pilon à double effet), daß man den größten Theil des Bärgewichtes in die (beträchtlich verstärkte) Kolbenstange verlegt, daß man Kolben und Kolbenstange unbeweglich anbringt, dagegen den Hammer mit dem Dampfzylinder verbindet, welcher letztere durch sein bedeutendes Gewicht den Schlag verstärkt; endlich, daß versucht worden ist, zwei oder mehrere Dampfzylinder mit aufwärts gerichteten Kolbenstangen anzuwenden, in welchen also der hebende Dampf unter die Kolben eingeführt wird und die, weil sie neben und nicht über dem Hammer stehen, die Höhe des Ganzen vermindern.

Damit das in dem Hammerbär aufgesammelte Arbeitsquantum möglichst vollständig von dem Werkstück aufgenommen (nicht zu Massenbeschleunigungen, Erschütterungen des Bodens und der Umgebung) verwendet werde, ist es nöthig, den Ambos auf einer großen, widerstandsfähigen und unelastischen Masse zu fundamentiren; am besten auf einer aus einem Stück bestehenden gußeisernen Chabotte, deren Gewicht das 10- bis 15fache des Bärgewichtes beträgt (z. B. 620,000 kg bei dem 50,000 kg schweren Bär des Hammers zu Perm); wo die Herstellung so großer Gußstücke nicht möglich ist, setzt man die Chabotte aus mehren dicken mit Falzen in einander greifenden Platten zusammen. Ein Holzschwellenunterbau vermindert zwar den Wirkungsgrad des Hammers, ist aber zur Abschwächung der Erschütterungen und Stöße unerläßlich. Der Versuch, den ganzen Hammer (Chabotte und Hammergestell) auf einem in Cement hergestellten, innerhalb eines genieteten Blechzylinders aufgeführten Ziegelmauerwerke (gewissermaßen einem großen künstlichen Felsblock) zu fundamentiren, ist nicht völlig befriedigend ausgefallen.

Ueber Dampfhämmer verschiedener Größe enthält das Nachstehende einige Zahlenangaben als Beispiele:

Gewicht des Hammers, Kilogramm	50	100	250	500	1000	2000	3000	4000
Größte Fallhöhe des Hammers, Meter	0,30	0,30	0,45	0,60	0,91	1,21	1,52	1,67
Anzahl der Schläge in einer Minute beim schnellsten Gange	200	180	180	180	100	80	60	50
Größe des Dampfkessels nach Pferdestärken	1	2	4	6	10	18	27	35
Durchmesser des Dampfzylinders zur Arbeit mit Dampf von 4 Atmosphären Spannung, Millimeter	80	100	140	200	280	380	430	480

Für spezielle Zwecke und zur Ersparung des theuern Fundamentes hat man wohl den Dampfhammer horizontalliegend gebaut, in welchem Falle die Schlagwirkung allein durch den Dampf, ohne Mitwirkung der Schwere, hervorgebracht wird[1]).

Auch ist der Vorschlag gemacht worden, die Hebung des vertikal schlagenden Hammerbärs durch die Expansion von Pulvergasen zu bewirken, welche durch Explosion einer mit weißem Schießpulver (2 chlors. Kali, 1 Blutlaugensalz, 1 weißer Zucker) gefüllten Patrone erzeugt werden sollen; die Explosion wird durch Kompression und Erhitzung von atmosphärischer Luft mittelst eines niederfallenden Klotzes bewirkt (Schießpulver-Hammer, *gunpowder hammer)*[2]).

b) Daumenhammer (marteau-pilon à cames)[3]). Im Wesentlichen sind solche Hämmer nach Art eines gewöhnlichen Pochwerkes konstruirt, indem eine mit Däumling versehene Welle die vertikale Stange, woran unten der Hammer sitzt, aufhebt und wieder fallen läßt.

Diese Anordnung eignet sich weder für sehr schwere Hämmer noch für große Hubhöhen. Da hier der höchste Punkt, den der Hammer in seinem Hube erreicht, konstant ist,

---

[1]) Brevets 1844, T. 46, p. 231. — Polyt. Journ., Bd. 205, S. 501.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 196, S. 13. — Polyt. Centr. 1870, S. 460.

[3]) Bulletin de Mulhausen, T. 23, p. 145. — Bulletin d'Encouragement 1837, p. 47. — Brevets 1844, T. 13, p. 154; T. 24, p. 248. — Génie ind., I. 166; XVIII. 1. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 9, 10. — Polyt. Centr. 1853, S. 14, 331: 1854, S. 914; 1859, S. 361, 1249. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 329; Bd. 125, S. 172; Bd. 151, S. 253. — Berliner Verhandlungen 1859, S. 168. — Mittheilungen 1858, S. 356. — Schweiz. Z. 1859, S. 45. — Atlas III., Tafel 8. — Hütte, 1863, Taf. 20. — Armengaud, XVII., 515.

so erreicht man eine Veränderung der Fallhöhe z. B. dadurch, daß man den Ambos als ein um eine horizontale exzentrische Achse drehbares sechs- oder achtseitiges Prisma ausführt, von welchem man eine oder die andere der — ungleich weit von der Drehachse entfernten — sechs oder acht Flächen nach oben bringt[1]). Die Hammerstange läßt man oben, im Augenblicke des sich vollendenden Hubes, gegen einen federartig wirkenden Körper (Kautschuk-Puffer oder in einem Zylinder durch einen Kolben abgeschlossene Luft) stoßen, wodurch eine entsprechende Verstärkung sowohl als Beschleunigung des Schlages erzielt wird, wie bei Stielhämmern durch Reitel oder Prellklotz.

Clarinval[2]) hat vorgeschlagen, den Daumenhammer zur Ermittelung der Härte der Metalle zu benutzen, und fand z. B., daß der Widerstand, welchen eine ebene Hammerbahn (von 2800 ☐ mm) beim Eindringen in das Arbeitstück findet, pro 1 ☐mm beträgt bei Blei 12,5 kg, bei Zinn 50kg, bei rothglühendem Eisen, je nach dem Hitzegrad, 18 bis 30 kg.

c) Friktionshammer (marteau-pilon à friction)[3]). Zwei in entgegengesetztem Sinne umlaufende Friktionsscheiben fassen die Hammerstange zwischen sich und heben sie solchergestalt empor, lassen sie aber sofort wieder fallen, wenn durch Abrückung der einen Scheibe der Druck und folglich die Reibung aufhört.

Durch eine mit der Hand regierte Steuerung geschieht die Auslösung in beliebigem Augenblicke; es ist daher leicht, die Fallhöhe — innerhalb der durch die Länge der Hammerstange gesetzten Grenze — zu verändern. Auf Hämmer von sehr bedeutendem Gewicht ist, wegen der rapiden Abnutzung der Hammerstange, diese Konstruktion nicht anwendbar. —

d) Federhammer *(dead stroke hammer)*[4]). Der in einer vertikalen Prismenführung bewegliche Hammerbär steht mit der Antriebwelle durch einen elastischen Stahlbügel und ein Kurbelgetriebe in Verbindung, dergestalt, daß durch Vergrößerung der Umlaufsgeschwindigkeit auch die Stärke der Hammerschläge vermehrt werden kann.

Seltener vorkommende Arten von Vertikalhämmern sind diejenigen, deren Hammer an einem Riemen hängt und durch Aufwinden dieses letzteren um eine sich drehende Scheibe in die Höhe gezogen wird *(drop press)*[5]); der hydraulische Hammer (marteau hydraulique)[6]) von der Bauart des Dampfhammers (S. 169), wobei jedoch statt des Dampfes Oel angewendet wird, das eine Pumpe unter dem Kolben einpreßt; und andere, in denen statt Dampf comprimirte Luft wirkt, oder umgekehrt (für geringe Hubhöhen) Luftverdünnung in Anwendung kommt.[7])

Den Vertikalhämmern nahe verwandt ist die Schmiedemaschine (machine à forger, *forging machine*) zur Bearbeitung kleiner Gegenstände in Gesenken[8]), wobei die Obergesenke am unteren Ende mehrerer eiserner Stangen befestigt sind, welche in Senkrechtführungen sich bewegen, von exzentrischen Scheiben einer darüber horizontal liegenden

---

[1]) Brevets, 1844, T. 12, p. 258. — Le Blanc, Reueil, V. Pl. 4.

[2]) Der Civilingenieur, 1861, S. 87.

[3]) Hütte, 1855, Taf. 7; 1867, Taf. 16. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 33. — Génie ind., XIX. 256. — Jobard, Bulletin, VII. 283. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königr. Hannover 1845, Nr. 5, S. 68. — Polyt. Centr. 1855, S. 466; 1857, S. 223. — Polyt. Journ., Bd. 136, S. 182; Bd. 155, S. 16; Bd. 200, S. 178. — Kunst- und Gewerbeblatt, 1846, S. 41. — Deutsche Gewerbeztg. 1859, S. 455.

[4]) Mittheilungen 1867, S. 237. — Schweiz. Ztschr. 1868, S. 55. — Polyt. Journ., Bd. 187, S. 192.

[5]) Génie ind., X. 173. — Deutsche Gewerbeztg. 1858, S. 26. — Zeitschrift d. Ing. 1870, S. 751. — Polyt. Centr. 1872, S. 772. — Polyt. Journ. Bd 205, S. 23.

[6]) Armengaud, X. 309. — Brevets 1843, T. 23, p. 112. — Polyt. Centr. 1856, S. 534. — Polyt. Journ., Bd. 140, S. 18.

[7]) Génie ind. T. 29, p. 139. — Polyt. Journ., Bd. 176, S. 176. — Mittheilungen 1867, S. 237.

[8]) Polyt. Journ., Bd. 84, S. 95; Bd. 123, S. 342; Bd. 135, S. 171: Bd. 139, S. 100. — Brevets, LXII. 402. — Jobard, Bulletin, XX. 281. — Armengaud, VIII. 331; XV. 384. — Polyt. Centr. 1852, S. 203. — Berliner Verhandlungen, XXXIII. (1854), S. 66. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 1. — Atlas III., Taf. 9.

Welle niedergedrückt, sogleich aber von Federn oder durch die exzentrischen Scheiben selbst wieder gehoben werden. Die Welle macht wenigstens 200 Umdrehungen in einer Minute, eben so viele kleine Stöße oder drückende Bewegungen also jedes Obergesenk.

Um vierseitige oder runde Stangen u. dgl. zu schmieden, wurde eine Maschine erfunden, in welcher zwei Paar Hämmer oder vielmehr Stempel so angebracht sind und bewegt werden, daß wechselweise die des einen Paares von unten und oben, dann die des andern Paares von links und rechts sich einander nähern und das Eisen zwischen sich quetschen[1]). Noch künstlichere Einrichtungen sind erdacht worden, um sogar das Drehen des Eisens während des Schmiedens durch die Maschine selbstthätig bewirken zu lassen[2]).

Abweichend von dem eigentlichen Schmieden, wiewohl auf dasselbe Ziel berechnet, sind solche Behandlungen des glühenden Eisens, wobei zu Formung desselben ein starker Druck statt der Hammerschläge oder Stöße angewendet wird (das Preßschmieden). So können runde Gegenstände durch kräftiges Rollen zwischen zwei parallelen über einander sich entgegengesetzt schiebenden Gußeisenplatten gebildet werden. Wären die Platten eben, so würde der Eisenkörper die Zylindergestalt annehmen; sind sie aber korrespondirend — rechtwinklig zur Richtung des Verschiebens — gefurcht oder beliebig profilirt, so entstehen Gegenstände, die an verschiedenen Stellen ihrer Länge ungleich dick sind (z. B. Wagenachsen). Nicht unpassend hat man diese Arbeitsmethode mit dem Namen des Querwalzens (laminage transversal) bezeichnet[3]). Eigenthümliche Arten von Scheibenrädern für Eisenbahnwagen hat man mittelst einer Kniehebelpresse und geeigneter gußeiserner Preßklötze verfertigt[4]). Das Schmieden durch Druck hat eine größere Ausdehnung vermittelst Benutzung der hydraulischen Presse erfahren. Wird der Zylinder einer solchen Presse über dem Ambos aufgestellt und ihr abwärts gerichteter Kolben unten mit dem Hammerkopfe verbunden, so übt letzterer vermöge des oben in den Zylinder eingepumpten Wassers einen steigenden Druck (von 750 bis 3000 Tons) auf das untergelegte Eisen aus (hydraulischer Hammer, Preßhammer, Schmiedepresse, marteau à pression)[5]). Rothglühender Gußstahl läßt sich so unter einem Druck von 1000 bis 1200 Atm. in jede beliebige Form pressen. Man läßt auch wohl, unter Anwendung eines kleineren Preßzylinders, den Druck durch einen Hebel verstärkt auf den Hammer oder Preßklotz übertragen[6]). Unter der hydraulischen Presse werden auch Naben nebst Speichen zu Eisenbahnwagenrädern aus weißglühendem Eisen in gußeisernen Formen oder Matrizen gebildet, wobei zum Theil eine Vorrichtung angebracht wird, um sofort den Reif herumzubiegen und mit den Speichen zu vereinigen[7]). Ueberhaupt ist zur fabrikativen Herstellung komplizirter Schmiedestücke für den Bau der Eisenbahnfahrzeuge der Preßhammer in den letzten Jahren ein höchst werthvolles Hülfsmittel geworden; derselbe gestattet die Anwendung komplizirterer Gesenke (Model) und bei Verarbeitung des Schmiedeisens eine sorgfältigere Rücksichtnahme auf die sehnige Textur desselben, als der Dampfhammer.

Zum Formen mancher kleinen Gegenstände sind eigenthümliche auf den speziellen Zweck berechnete Vorrichtungen in Gebrauch gekommen, so für Hufeisen[8]) und für vier- oder sechsseitige Schraubenmuttern[9]).

Die Handhämmer, wie sie in allen Schmiedewerkstätten angetroffen werden, sind von sehr einfacher Form; ein Ende des Kopfes bildet eine quadratische, sehr wenig konvexe Fläche (die Bahn, table, *face*), das andere Ende eine breite, abgerundete

---

1) Jobard, Bulletin, XXX. 53. — Polyt. Centr. 1856, S. 1036; 1862, S. 786. — Armengaud, XV. 387.
2) Polyt. Journ., Bd. 129, S. 426.
3) Génie ind., T. 24, p. 195. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 29. — Polyt. Centr. 1863, S. 234.
4) Kunst- und Gewerbeblatt, 1857, S. 491. — Polyt. Centr., 1858, S. 164.
5) Génie ind., T. 26, p. 117. — Polyt. Centr. 1862, S. 647; 1863, S. 1249; 1864, S. 228, 582. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 413; Bd. 174, S. 12; Bd. 178, S. 430. — Ztschr. d. Ing. 1863, S. 287. — Deutsche Ind.-Ztg. 1866, S. 363. — Zeitschr. d. österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, 1872, S. 329. (Separatabdruck u. d. T.: Fabrikation der Lokomotiv-Bestandtheile durch Pressen, System Haswell. Wien 1873.)
6) Polyt. Centr. 1864, S. 231.
7) Polyt. Centr. 1855, S. 712; 1864, S. 1335. — Génie ind., T. 27, p. 107.
8) Brevets, T. 85, p. 439.
9) Brevets 1844, T. 33, p. 136; T. 46, p. 261. — Hütte 1865, Taf. 6.

Kante (die Finne, Pinne, panne, *pane)*, welche entweder mit dem Stiele parallel oder gegen denselben rechtwinklig steht. Hämmer, bei welchen die Finne parallel zum Stiele steht, unterscheidet man durch den Namen Kreuzschlag (traverse). Der Körper des Hammers ist von geschmiedetem Eisen; Finne und Bahn bestehen aus vorgeschweißtem, gehärteten und gelb angelassenem Stahle. Der Stiel ist von sehr zähem Holze, am besten von jenem des Weißdornes. Der Größe nach unterscheidet man Schmiedehämmer, marteau à main, *hand-hammer* (1 bis 2,5^{kg} schwer), welche mit einer Hand regiert werden, und Zuschlaghämmer oder Vorschlaghämmer, marteau à devant, marteau à frapper devant, *sledge hammer*, *two-handed hammer* (3 bis 9^{kg} schwer), zu deren Führung beide Hände erforderlich sind.

Als Unterlage für das Eisen dient der Ambos, Schmiede-Ambos (enclume, *anvil)*, welcher aus Eisen geschmiedet ist und auf seiner oberen Fläche (der Bahn, Ambosbahn) ziemlich dick mit aufgeschweißtem, gehärteten und gelb angelassenem Stahle belegt und glatt abgeschliffen sein muß. Selten hat man gußeiserne Amboſſe, weil diese wegen ihrer Sprödigkeit nicht die gehörige Dauerhaftigkeit haben und auch der (das Schmieden erleichternden) Elastizität entbehren, welche die Stahlbelegung der schmiedeisernen Amboſſe gewährt. Die Gestalt des Amboſſes[1]) bietet einen breiten, auf der Grundfläche ebenen oder etwas ausgehöhlten Fuß dar, welcher entweder ohne weitere Befestigung in einer, einige Centimeter tiefen Versenkung des Ambosstockes (chabotte, *stock*) ruht oder auf dem letzteren dadurch feststehend erhalten wird, daß ein kurzer eiserner Zapfen des Ambosstockes in ein Loch mitten auf der Fußfläche des Amboſſes eingreift. Der Ambosstock ist ein 0,6 bis 1^{m} starker, 1,5 bis 2^{m} langer, am oberen Ende mit einem eisernen Reifen umgebener Klotz von Eichenholz, welcher zum größten Theile in die Erde eingegraben wird, so daß er nur etwa 450^{mm} hoch hervorragt. Der Theil der oberen Ambosfläche, welcher sich mitten über dem Fuße befindet, ist die länglich viereckige ebene Bahn (table), und wird zum Ausstrecken des Eisens gebraucht. Von den schmalen Seiten gehen, einander gegenüber stehend, in horizontaler Richtung zwei Verlängerungen aus, von welchen die eine (das Horn, bigorne, *beak)* rund und kegelförmig verjüngt, die andere flach, manchmal schmäler als die Bahn, und mit einem senkrechten viereckigen Loche versehen ist. Das Horn dient dazu, das Eisen darauf rund zu biegen; in das Loch der anderen Fortsetzung werden gewisse, beim Schmieden nöthige Hülfswerkzeuge eingesteckt, von welchen noch die Rede sein wird.

Die mit einem Horne versehenen Amboſſe nennt man Horn-Amboſſe oder englische Amboſſe; den deutschen Amboſſen (älterer Art) fehlt das Horn, und sie haben nur die flache, länglich viereckige Bahn. Die angemessene Größe des Amboſſes ist ein wichtiger Umstand; denn nicht nur muß derselbe für größere Arbeitstücke eine geräumigere Bahn darbieten, sondern er soll auch ein genügendes Gewicht haben, um unter den Hammerschlägen fest zu stehen und durch seine eigene Unerschütterlichkeit ein gewisses Zurückprallen der Hämmer zu bewirken, welches die Anstrengung der Schmiede erleichtert. Für Nagelschmiede reicht ein Ambos von 25 bis 35^{kg} gewöhnlich hin; in Schlosserwerkstätten bedarf man solcher von 100 bis 125^{kg} und darüber; die Grobschmiede gebrauchen Amboſſe von 200 bis 300^{kg}. — Die gewöhnliche Anordnung des Ambosstockes erfordert ein großes, theures — oft selbst schwer zu erlangendes — Stück Eichenholz. Oekonomischer wird derselbe in Gestalt einer Tonne (ohne Böden) aus dicken Stäben von Fichtenholz hergestellt, außerhalb der Erde mit ein Paar eisernen Reifen gebunden, mit Flußsand bis auf 150^{mm} vom Rande vollgestampft; dann legt man auf die Sandoberfläche eine dicke runde Holzscheibe, in welche der Fuß des Amboſſes ein wenig eingelassen wird[2]). — Um die Erschütterungen des Gebäudes beim Schmieden zu vermindern, hat man empfohlen, den (gewöhnlichen oder nach vorstehender Art konstruirten) Ambosstock auf zwei lange, hohl liegende, am besten bis in die Umfassungsmauern der Schmiede reichende, Balken zu stellen; diese Einrichtung scheint besonders da zweckmäßig, wo etwa (wie z. B. in England

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. I. Artikel: Ambos.
[2]) Kunst- und Gewerbeblatt, Jahrg. 1839, S. 318. — Polyt. Centr., Jahrg. 1839, Bd. 2, S. 1077. — Polyt. Journ., Bd. 68, S. 259.

öfters der Fall sein soll) kleine Schmieden in oberen Stockwerken der Häuser betrieben werden.

Nebst dem großen Schmiede-Ambosse findet man in den Werkstätten gewöhnlich noch einen kleineren, etwas höher stehenden (das Sperrhorn, bigorne, *beak iron*), der an beiden Enden seiner kleinen viereckigen flachen Bahn ein Horn (das eine kegelförmig wie am Hornambosse, jedoch schlanker, das andere vierseitig pyramidal) enthält und (weil er durch sein Gewicht allein nicht sicher stehen würde) mit einer unterwärts gehenden, spitzigen Verlängerung (Angel) in seinem hölzernen Stocke fest eingesteckt ist. Man gebraucht denselben, um kleine Arbeitstücke (zum Theile auch kalt) darauf zu richten, nachzuhämmern und zu biegen.

Zuweilen wird das Eisen, statt es auf den Ambos zu legen, glühend in einem großen, 100 bis 150kg wiegenden Schraubstocke (Feuerschraubstock, étau à chaud) befestigt, der an einem, dem Ambosstocke ähnlichen, niedrigen Klotze so angebracht ist, daß man rund um denselben herumgehen kann; oder auch wohl mit dem Ambos selbst in Verbindung gebracht wird [1]). Zur Herstellung gewölbter Blechtafeln (Buckelplatten) verwendet man als Unterlage eine passend ausgetiefte, dicke gußeiserne Platte, in welche man das aufgelegte ebene Blechstück einhämmert (das Auspoltern).

Die angemessenste Hitze zum Schmieden des Eisens ist eine lebhafte Rothglühhitze (chaleur rouge, *red-heat*, *redness*), in einigen Fällen auch schwache Weißglühhitze; nur zum Schweißen ist ziemlich starke Weißglühhitze (Schweißhitze, Schweißwärme, chaude suante, blanc soudant, *welding heat*) erforderlich, bei welcher das Eisen schon anfängt, unter Funkensprühen zu verbrennen. Den Stahl erhitzt man weniger als das Eisen, weil er durch starke Hitze an Güte verliert. Das Hämmern wird nöthigen Falls fortgesetzt, bis das Eisen nur noch dunkelroth glüht, worauf es von Neuem in das Feuer kommen muß, sofern die Bearbeitung noch nicht vollendet ist. Gegenstände, denen man einen besonderen Grad von Härte, Steifheit und Elastizität verleihen will, hämmert man nach ihrer Vollendung noch so lange mit leichten Schlägen, bis sie gar nicht mehr glühen; ja man wendet in solchen Fällen öfters das Naßschmieden (mit einem in Wasser getauchten Hammer auf dem ebenfalls naß gemachten Ambos) an, welches zugleich den Vortheil gewährt, daß der Glühspan vollkommener abspringt und die geschmiedeten Flächen sehr glatt werden. So erhalten die Spiralfedern der gewöhnlichen Glockenzüge, die nur aus Eisen gemacht sind, ihre Elastizität durch nasses Schmieden. Auch ordinäre Stahlsachen, welche nur einer mäßigen Härte bedürfen, schmiedet man naß und wendet dann keine weitere Härtung an. — Als Material für die Schmiedewerkstätten dient das im Handel vorkommende geschmiedete oder gewalzte Stabeisen, welches man jedes Mal in solcher Stärke anwenden muß, daß es nicht zu viele Bearbeitung erfordert, um den Gegenstand von verlangter Gestalt zu liefern. Sehr große Arbeitstücke, zu welchen man das Eisen nicht von hinreichender Dicke bekommen kann, schweißt man aus zwei oder mehreren Stäben zusammen. Nur manchmal schmiedet man große Stücke auf den Eisenhämmern unmittelbar aus den Frischluppen; doch verdient dieses Verfahren keine Empfehlung, weil das Luppen-Eisen noch wenig gleichförmig und mehr oder minder unrein und unganz ist. Selbst in dem käuflichen Stabeisen finden sich oft unganze, d. h. unvollständig geschweißte Stellen, welche man durch Ausschweißen (corroyer, ressuage) des Eisens — d. h. durch mäßiges Aushämmern desselben in der Schweißhitze, auch wohl durch Zusammenschweißen mehrerer zusammengelegter Stäbe und nachheriges Ausstrecken — vor dem wirklichen Verschmieden meistentheils beseitigen kann, indem unter fortgesetzter Einwirkung der Schweißhitze die eingeschlossenen Schlackentheilchen mehr oder weniger durch den Kohlenstoffgehalt reduzirt werden. Da das Eisen überhaupt durch wiederholtes Schweißen und Schmieden zäher und besser wird, so geben Bruchstücke von alten Eisenarbeiten, Blechschnitzel, alte Nägel, abgenutzte Hufeisen u. dgl., welche man wieder zusammenschweißt, ein sehr gutes und geschätztes Material. Auch stark verrostetes Eisen ist, nach der Erfah-

[1]) Polyt. Centr. 1857, S. 1621.

rung, vorzüglicher zum Verschmieden, als ungerostetes; der Grund mag darin liegen, daß der Rost (als Eisenoxydhydrat) einen Theil Kohlenstoff oxydirt und entfernt, also ein vielleicht vorher durch größeren Kohlenstoffgehalt hartes Eisen weicher macht.

Von der bisweilen ans Ungeheure steigenden Größe geschmiedeter Eisenstücke mögen ein Paar Beispiele angeführt werden. Eine vierkantige Welle für ein Eisenwerk in Wales wurde durch Zusammenlegung von 16 Quadratstäben gebildet, welche zusammen ungefähr 650mm im Quadrat bei 1,8m Länge maßen, in einem mächtigen Flammofen geglüht und unter dem 5000kg schweren Hammer geschweißt. Die Ruderrad-Welle des Dampfschiffs Great Western besteht wie gewöhnlich aus drei Theilen, von welchen der mittlere 3,6m, jeder der beiden Seitentheile 6,6m lang ist; die Dicke beträgt in der Mitte 450mm und vermindert sich gegen die Enden hin bis auf 300mm. Das Gesammtgewicht der drei Stücke betrug nahe an 20000kg. In London waren 1862 unter andern ausgestellt: die eiserne Krummzapfenwelle zu einem Schiffe mit 1350pferdiger Dampfmaschine, als noch unbearbeitetes geschmiedetes Stück 25000kg wiegend; eine ähnliche gußstählerne Welle von 15500kg, aus einem ungefähr 25000kg wiegenden Rohgusse geschmiedet; eine Gußstahlkanone mit 228mm weiter Bohrung, fertig 8000kg schwer, gleichfalls aus einem Gußstück von nahe 25000kg geschmiedet. Auf der Pariser Ausstellung i. J. 1867 fand sich eine geschmiedete Schiffsmaschinenkurbelaxe von 30000kg Gewicht.

Das Erhitzen des Eisens geschieht in der **Esse** (**Schmiedesse**, forge, *forge, hearth, smith's hearth*)[1] bei Holzkohlen-, Steinkohlen- oder Kokes-Feuer, welches durch einen **doppelten Blasbalg** (soufflet à double vent, *bellow*) oder ein **Windrad-Gebläse** (**Flügelgebläse**, **Zentrifugal-** oder **Ventilator-Gebläse**, ventilateur) 2c. angefacht wird. Die Esse ist ein von Ziegeln gemauerter, zuweilen auch eiserner Herd (paillasse), über welchem zur Auffangung des Rauches ein Mantel (botte), der sich in den Schornstein (cheminée, *chimney*) öffnet, angebracht ist. Die **Feuergrube**, creuset (eine Vertiefung des Herdes, in und über welcher die brennenden Kohlen liegen) ist an der **Brand-** oder **Feuermauer** (contre-coeur) angebracht, viereckig, von verschiedener Größe nach der Größe des erforderlichen Feuers, und ungefähr 75mm tief. Um das schnelle Ausbrennen der Mauer zu verhindern, bekleidet man sie an dieser Stelle mit einer sehr dicken gegossenen eisernen Platte *(back)*. Von der Feuergrube aus geht horizontal eine Oeffnung in die Mauer; in diese Oeffnung ist die **Form**, **Windform**, das **Eßeisen** (tuyère, *twyer)*, ein 75 bis 100mm breites und dickes, 220 bis 300mm langes Stück Gußeisen mit an einem Ende sich erweiternder Höhlung so eingesetzt, daß ihre engere Oeffnung dem Feuer zugewendet erscheint, während in das weitere Ende die Düse oder Deute des Gebläses gelegt wird.

Eigenthümliche Gestalt der Arbeitstücke macht bisweilen Abänderungen der Esse erforderlich. So hat man zum Erhitzen der Radkränze für Eisenbahnwagenräder, beim Schweißen derselben, einen ringförmigen Feuerherd[2]); oder einen ofenartig geschlossenen Herd, worin nur der Theil des Kranzes zunächst der Schweißstelle erhitzt wird[3]). — **Transportable Schmiedeherde** (forge volante) werden von Eisen gebaut und nebst dem Gebläse auf Räder gestellt[4]); sie dienen selbstverständlich nur für kleinere Arbeit, besonders außerhalb der Werkstatt. Dagegen gebraucht man zum Erhitzen sehr großer Stücke nicht das Essenfeuer, sondern Flammöfen (gleich den S. 142 erwähnten Schweißöfen).

---

[1]) Hütte, 1856, Taf. 3; 1863, Taf. 13. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen, Jahrg. 1838, S. 170. — Berliner Verhandlungen, 1861, S. 265. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 8 (1846), S. 344; Jahrg. 1847, S. 6; 1862, S. 570, 1603. — Polyt. Journ., Bd. 164, S. 183; Bd. 173, S. 408. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Jahrg. 1846, Nr. 5, S. 65.

[2]) Polyt. Centr. 1860, S. 1038.

[3]) Génie ind. T. 19, p. 11. — Jobard, Bulletin, T. 37, p. 58.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 112, S. 265; Bd. 175, S. 356. — Génie ind., XII. 180; XVI. 188. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 329. — Polyt. Centr. 1859, S. 363.

Die Steinkohlen des Schmiedefeuers werden, wenn sie in Brand sind, von Zeit zu Zeit mit Wasser bespritzt oder fast begossen, indem man einen stark durchnäßten Lappen an einem eisernen Spieße (Löschspieß), oder den in Wasser getauchten Löschwedel (goupillon, ein an eisernem Stiele befestigtes Reisigbündel) über das Feuer bringt, um dasselbe äußerlich abzukühlen und todt zu erhalten. Ein mit Steinkohlen unterhaltenes Schmiedefeuer soll nämlich nie eine stark auflodernde Flamme bilden, vielmehr um die Hitze zu konzentriren (auf eine bestimmte Stelle des Arbeitstückes zu beschränken) und Brennstoffverschwendung zu vermeiden, stets mit todten Kohlen bedeckt sein, welche durch ihre backende Eigenschaft ein Dach über der Gluth bilden. Bei ununterbrochener Arbeit muß ein Arbeiter ausschließlich zum Hitzemachen, d. h. zum Ziehen des Blasbalges, Zuwerfen der Kohlen und Beaufsichtigen des im Feuer liegenden Eisens, angestellt sein. Gewöhnlich liegen dann mehrere Eisenstäbe zugleich im Feuer, die man der Reihe nach zum Schmieden herausnimmt und wieder einlegt, damit ein jeder Stab gehörig heiß werden kann, indeß an den übrigen gearbeitet wird. Um überflüssigen Abbrand zu vermeiden, muß das Eisen nicht gerade vor dem Winde, sondern etwas höher gehalten werden. Der Kohlenverbrauch zum Verschmieden eines bestimmten Eisengewichtes ist — alles Uebrige gleich gesetzt — desto bedeutender, in je kleinere Stücke die Eisenmasse vertheilt ist, je öfter das Eisen bis zur Vollendung in das Feuer kommen muß (je mehr Hitzen, chaudes, *heats* erfordert werden), je öftere Schweißungen vorfallen (weil diese ein stärkeres Glühen verlangen, als das bloße Schmieden), und je mehr die Größe der Form das unumgänglich nöthige Maß überschreitet (folglich durch zu großen Luftzufluß unnöthig Kohlen verbrannt werden). Kleine Gegenstände werden meist in einer Hitze fertig geschmiedet, größere erfordern zwei oder mehrere, oft sehr viele Hitzen. Sind viele gleiche (besonders kleinere) Stücke zu verfertigen, welche mehr als eine Hitze erfordern, so schmiedet man sie gewöhnlich alle nach der Reihe aus der ersten Hitze, dann alle aus der zweiten u. s. f. Bei diesem Verfahren gewinnt man, aus einem leicht begreiflichen Grunde, sehr an Zeit.

Man kann der Erfahrung zufolge annehmen, daß beim Schmieden kleiner Gegenstände, die in einer Hitze fertig werden, 100 kg Eisen meist etwa 70 bis 90 kg gute Steinkohle, oder 60 bis 70 kg Holzkohle erfordern; in anderen Fällen kann dieser Aufwand auf 150 bis 200 kg Steinkohle für 100 kg Eisen steigen, oder auf etwa 30 kg sich vermindern. Der Abbrand (Eisenverlust durch den sich erzeugenden und beim Schmieden abspringenden Glühspan) beträgt in gewöhnlichen Fällen 6 bis 10 Prozent, steigt aber höher (zuweilen über 20 Prozent), wenn mehrere Hitzen nöthig sind und viele Schweißungen vorkommen.

Seit man die Beobachtung gemacht hat, daß der Kohlen-Aufwand um etwa 30 Prozent vermindert wird, und auch eine Verringerung des Abbrandes, sowie eine bemerkbare Ersparung an der Arbeitszeit stattfindet, wenn man den Wind vor seinem Eintritte in das Feuer auf 180 bis 300° C. erhitzt, sind mancherlei Windheizapparate für Schmiedefeuer[1]) in Gebrauch gekommen. Diese bestehen entweder in

[1]) Erläuterungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft. Aus v. Herder's Nachlasse herausgegeben von Brandel und A., Freiberg 1840, S. 72. — Merbach, Die Anwendung der erhitzten Gebläseluft, Leipzig 1840, S. 263. — C. Hartmann, Ueber den Betrieb der Hohöfen, ... und Schmiedeessen mit erhitzter Gebläseluft, 1. bis 5. Heft, Quedlinburg und Leipzig, 1834 —1839. — Berliner Verhandlungen, XIII. 340; XIV. 256; XV. 78, 213. — Kunst- und Gewerbeblatt, Jahrg. 1835, S. 505; 1836, S. 161; 1839, S. 272, 456. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen, Jahrg. 1837, S. 24; 1839, S. 161; 1840, S. 36, 72. — Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Lief. 4 (1835), S. 211; Lief. 8 (1836), S. 33; Lief. 21 (1840), S. 42. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1844, S. 64. — Polyt. Centr., Jahrg. 1835, Bd. 1, S. 7; 1839, Bd. 2, S. 1072; 1840, Bd. 2, S. 849, 1041; 1841, Bd. 1, S. 91, 569; 1850, S. 965. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 312; Bd. 76, S. 339; Bd. 93, S. 271. — Deutsche Gewerbezeitung 1861, II. S. 254.

eisernen Röhren, welche über dem Feuer angebracht sind, oder in einem gußeisernen Kasten, der unter dem Feuer oder neben demselben, an der Brandmauer aufrecht stehend, sich befindet. In diesen durch das Essenfeuer selbst erhitzten Behältnissen nimmt die — auf ihrem Wege vom Gebläse nach der Windform — durchstreichende Luft eine mehr oder weniger erhöhte Temperatur an, vermöge welcher sie unmittelbar beim Eintritte in das Feuer eine äußerst lebhafte Verbrennung erzeugt, sodaß in verhältnißmäßig eng umschriebenem Raume eine große Menge Wärme sich konzentrirt. Die Arbeit mit heißem Winde gewährt auch den wesentlichen Vortheil, daß durch die intensivere Hitze die aus Vereinigung von Steinkohlenasche und Eisenzunder entstehende Schlacke (mâchefer, *slag*, *slack*) vollkommener schmilzt und sich daher nicht an das Eisen hängt. (Es entsteht eine reinere Hitze).

Die verschiedenen Kohlengattungen sind von sehr ungleichem Werthe für den Gebrauch bei Schmiedefeuern. Holzkohle gibt rasche Hitzen und hinterläßt wenig Asche, welche das Eisen nicht verunreinigt, ist aber theuer und deshalb größtentheils durch Steinkohle verdrängt, vor welcher sie jedoch zur Bearbeitung des Stahles einen entschiedenen Vorzug behauptet. Oefters gebraucht man Holzkohle mit Steinkohle vermengt, wobei die erstere ins Innere des bereits brennenden Steinkohlenhaufens gebracht wird. Von den verschiedenen Sorten der Steinkohlen eignet sich zum Schmiedefeuer vorzugsweise die Backkohle, welche sich leicht entzündet und im Brennen so erweicht, daß sie zusammenbackt; man wendet sie in klein zerbröckeltem Zustande (Grus, Schmiedegrus, menu, *slack coal*, *small coal*, *culm*) an. Das Steinkohlenfeuer gibt eine intensivere, aber auf kleinerem Raume konzentrirte Hitze als Holzkohlenfeuer, mit welchem letzteren dagegen leichter eine mildere Hitze in größerer Ausdehnung gleichmäßig erziell werden kann. Kokes, sowohl für sich allein als in Vermengung mit Steinkohle, zeichnet sich noch mehr durch die Fähigkeit aus, in kleinem Raume eine schnelle und starke Hitze hervorzubringen. Braunkohle, Torfkohle und roher Torf sind als Brennmaterial für die Schmiedeesse nur unvollkommene Surrogate der vorgenannten, erzeugen langsame Hitzen und sind wenig ausgiebig; am ersten können sie noch in Vermengung mit Steinkohlen oder Kokes Anwendung finden. In Ansehung der Wirkung können 100 kg gute Steinkohle gleichgesetzt werden mit 80 bis 92 kg Holzkohle, oder 50 bis 65 kg Kokes, oder 150 bis 350 kg Torfkohle. Bei fortwährendem Betriebe verzehrt ein gewöhnliches kleines Schmiedefeuer in der Stunde 2,5 bis 5 kg Steinkohlen, ein Nagelschmiedfeuer nur 1,2 bis 1,5 kg, ein Grobschmiedfeuer dagegen bis 10 kg. — Das Löschen (Begießen oder starke Beträufeln mit Wasser) ist nur bei Steinkohlen-Feuern anwendbar, welche eine zusammengebackene Kruste haben; Holzkohlen würden das Wasser durch ihre offenen Zwischenräume ins Innere des Feuers lassen, und dürfen daher bloß leicht besprengt werden, um auf der Oberfläche des Haufens nicht nutzlos wegzubrennen. Die Steinkohlen schon vor dem Aufgeben stark zu durchnässen, ist zwar ein sehr allgemeiner Gebrauch, aber aus naheliegenden Gründen bestimmt nachtheilig, indem dadurch der Kohlenaufwand und der Eisen-Abbrand vermehrt wird.

Ein wichtiger Punkt für die ökonomische Führung eines Schmiedefeuers ist die Größe der Oeffnung in der Windform, von welcher wesentlich die Menge der zugeführten Luft, also der verbrannten Kohlen abhängt: eine zu kleine Formöffnung gibt zu wenig Wind, mithin zu geringe Hitze; eine zu große bewirkt Kohlenverschwendung. Gewöhnlich hat die (kreisrunde) Formöffnung für ganz kleine (Nagelschmied-) Feuer 12 mm, für mittlere 18 bis 20 mm, für Grobschmiedfeuer 25 bis 30 mm Durchmesser. Macht man sie halbkreisförmig (wie zuweilen geschieht), so muß der Durchmesser fast um die Hälfte vergrößert werden, um dieselbe Flächengröße zu erlangen. Die gußeisernen Formen nutzen sich durch Oxydation im Feuer allmälig ab, müssen daher von Zeit zu Zeit weiter nach der Feuergrube vorgeschoben und zuletzt erneuert werden: kupferne Formen halten sich länger, sind aber theuerer. Um die Zerstörung der Form zu verhindern, hat man Einrichtungen, vermöge welcher dieselbe durch einen um sie herum zirkulirenden Wasserstrom kühl gehalten wird [1]). In der Absicht, die Vertheilung des Windes im Feuer zu befördern, ist der Vorschlag gemacht worden, die Oeffnung der Form etwa auf das Dreifache des Durchmessers zu erweitern, dagegen konzentrisch in derselben einen konischen Pfropf (mit dem dicken Ende gegen die Feuerseite gerichtet) von solcher Größe anzubringen, daß die von demselben offengelassene ringförmige Ausströmungsfläche denselben Inhalt

[1]) Polyt. Centr. 1847, S. 359; 1856, S. 416; 1857, S. 672. — Polyt. Journ., Bd. 137, S. 417.

hat, wie die gewöhnliche Kreisöffnung. Eine empfehlenswerthe Abänderung besteht darin, den Wind nicht von der Seite, sondern durch den Boden der Feuergrube eintreten zu lassen, der für diesen Zweck als Rost konstruirt wird und einen Luftkasten unter sich hat, in den das Rohr des Blasbalges mündet[1]).

Statt der üblichen Spitzbälge sind Blasbälge von zylindrischer oder quadratischer Gestalt[2]) wegen Raumersparniß, Wohlfeilheit und gleichmäßigeren Blasens zu empfehlen. Ist im Augenblicke, wo das Eisen aus dem Feuer genommen wird, der Balg eben aufgeblasen, so leert er sich ohne Nutzen und es verbrennt sogar durch die dabei ins Feuer getriebene Luftportion ein gewisser Theil Kohlen ohne allen Zweck, wodurch im Laufe der Zeit eine nicht unmerkliche Kohlenverschwendung entsteht. Hiergegen dient eine Sperrvorrichtung, mittelst welcher das Blasen augenblicklich eingestellt werden kann[3]). Wenn der Wind durch den Boden der Feuergrube eingelassen wird (vergl. oben), so pflegt man die dazu bestimmte Oeffnung mit einem Ventil oder einer ähnlichen Vorrichtung, auch wohl das Windrohr mit einem Hahne zu versehen, um den Luftstrom nach Bedürfniß zu mäßigen oder ganz zu hemmen[4]). Am wichtigsten wird eine Vorrichtung zur Regulirung und gänzlichen Abstellung des Windes in dem Falle, wo ein durch Dampfkraft rc. betriebenes Gebläse für mehrere Feuer zugleich benutzt wird[5]).

Das Eisen kann nur dann mit freier Hand beim Schmieden regiert werden, wenn es die Gestalt eines hinreichend langen Stabes hat, der nur an einem Ende Glühhitze erfordert. Man schmiedet das glühende Ende zur gehörigen Gestalt aus und haut das fertige Stück ab, worauf mit dem Reste des Stabes die Arbeit wiederholt wird, u. s. w. Wird er endlich zu kurz, so schweißt man einen neuen Stab daran. In allen jenen Fällen aber, wo der zu bearbeitende Gegenstand kurz ist, oder ganz glühend gemacht werden muß, ist ein Hülfsmittel nöthig, um ihn auf dem Amboße halten und wenden, ins Feuer legen und wieder herausnehmen zu können. Hat das Stück ein Loch, so steckt man oft ein Eisenstäbchen durch dasselbe, biegt dieses um und bildet so gleichsam eine Art Stiel; bei anderen kurzen Gegenständen schweißt man wohl auch ein Eisenstäbchen (einen Schweif, ringard, *porter)* an, welches nach Vollendung der Arbeit wieder abgehauen wird. Meistentheils aber gebraucht man Schmiedezangen (tenailles, *tongs)* von verschiedener Form und Größe[6]). Sie sind von geschmiedetem Eisen, mit langen Griffen *(reins)* versehen, und werden durch einen Ring oder eine Klammer, welche man über die Griffe schiebt, fest geschlossen. Das Maul, *bit*, der Zange (die zwei Theile, welche das Eisen fassen) ist entweder gerade *(flat bit tongs)*, oder gekrümmt, oder rechtwinklig aufgebogen *(hoop tongs)*. Sachen, welche für den Transport durch Menschenhand zu schwer sind, werden ins Feuer und aus dem Feuer mittelst eines Krahnes befördert, an dessen Kette eine nach den Umständen verschieden geformte Zange hängt[7]).

Kleine Arbeiten können von einem einzigen Arbeiter geschmiedet werden, der mit der linken Hand das Eisen regiert, in der Rechten aber den Schmiedehammer führt. Bei größeren Gegenständen sind außer dem Schmiede oder Meister (forgeron, *foreman, maker)* auch noch Gehülfen, Zuschläger, frappeurs, *strikers* (einer, zwei,

---

1) Kunst- und Gewerbeblatt 1860, S. 284. — Polyt. Centr. 1860, S. 1087. — Mittheilungen 1870, 32.

2) Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen, Jahrgang 1841, S. 134. — Polyt. Journ., Bd. 78, S. 18.

3) Gewerbeblatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1843, S. 42. — Polyt. Journ., Bd. 89, S. 265.

4) Génie ind., XVI. 124. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 330. — Polyt. Centr. 1858, S. 1396; 1862, S. 569; 1864, S. 636, 1205. — Polyt. Journ., Bd. 149, S. 98; Bd. 151, S. 24; Bd. 173, S. 408. — Zeitschr. d. Ing. 1858, S. 123; 1864, S. 449. — Deutsche Gewerbezeitung 1864, S. 3, 340. — Jobard, Bulletin, T. 46, p. 285.

5) Polyt. Journ., Bd. 96, S. 104.

6) Brevets 1844, T. 26, p. 46.

7) Armengaud, XI. 262. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 23. — Zeitschr. d. Ing. 1865, S. 29. — Polyt. Journ., Bd. 176, S. 103. — Polyt. Centr. 1865, S. 509. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 125.

drei oder vier), nothwendig, welche ihre schweren Zuschlaghämmer mit beiden Händen schwingen, während jener das Eisen so wendet, schiebt und dreht, daß die Schläge auf die gehörige Stelle fallen, auch wo es nöthig ist, durch seinen kleinen Hammer nachhilft, die zu treffenden Stellen durch Zeichen andeutet, überhaupt die ganze Arbeit leitet. Auch kleinere Sachen werden oft, zu Beschleunigung der Arbeit und besserer Benutzung der Hitze, von zwei Personen geschmiedet. Daß das Schmieden, sofern Zuschläger mitwirken, mit taktmäßiger Aufeinanderfolge der Schläge geschehe, ist unerläßlich, wenn nicht die verschiedenen Arbeiter mit ihren Hämmern einander hinderlich sein sollen.

Um durch Schmieden die höchst mannigfaltigen Gegenstände hervorzubringen, welche auf solche Weise erzeugt werden, sind außer Hammer und Ambos noch mehrere Hülfswerkzeuge, auch besondere Verfahrungsarten, nothwendig. Ueberhaupt lassen sich die wesentlichen beim Schmieden vorfallenden Operationen aus Folgendem erkennen:

1) Das Ausstrecken (étirer, *drawing down*) und Formgeben mit alleiniger Anwendung der Hämmer. Alles beruht hierbei auf einem Dehnen oder Austreiben des Eisens; und um die gewünschte Gestalt des Arbeitstückes hervorzubringen, muß der Schmied im Stande sein, mit schnellem Ueberblick die Hammerschläge gerade auf den rechten Ort, in der gehörigen Stärke und Anzahl, zu lenken.

Allgemeine Regeln sind bei einer Sache, wo es so gänzlich auf persönliche Geschicklichkeit und richtige Auffassung des besondern Falles ankommt, nicht zu geben. Zu bemerken ist jedoch, daß man die Finne der Hämmer gebraucht, wenn das Eisen stark gestreckt werden muß; dagegen die Bahn, um dasselbe gelinde auszudehnen oder gar nur zu ebnen und die von der Finne gemachten Eindrücke wegzuschaffen. Unter verschiedenen Umständen sind bald solche Hämmer, deren Finne in der Richtung des Stieles steht, bald solche, wo sie quer gestellt ist, bequemer anzuwenden, da die Streckung stets in der zur Länge der Finne rechtwinkligen Richtung erfolgt.

2) Das Stauchen (refouler, *jumping, up-setting*). Man versteht unter diesem Ausdrucke eine Behandlung des Eisens, wodurch dasselbe in der Richtung seiner Länge auf sich selbst zusammengedrückt wird, damit es entsprechend an Dicke zunehme. Man denke sich z. B. einen überall gleich dicken Eisenstab, den man in einem Theile seiner Länge glühend gemacht hat; werden beide Enden gewaltsam näher gegen einander geschoben, so muß der Stab nicht nur kürzer werden, sondern zugleich an der durch das Glühen erweichten Stelle aufschwellen, d. h. eine größere Dicke annehmen. Dieses Mittel wird benutzt, sowohl um Verdickungen in der Mitte oder Ausbreitungen an den Enden eines Eisenstückes hervorzubringen, als auch um Theile, welche etwa aus Versehen zu dünn geschmiedet wurden, wieder zu verbessern.

Kurze Stücke werden gestaucht, indem man sie aufrecht auf den Ambos stellt und auf das obere Ende in vertikaler Richtung mit dem Hammer schlägt. Längere Gegenstände stößt man mit einem Ende horizontal gegen eine Seite des Ambosses, während das andere Ende mit der Hand oder in der Zange festgehalten wird; oder man legt sie über den Ambos und schlägt horizontal mit dem Hammer gegen das Ende. Sehr lange und schwere Stücke endlich werden in senkrechter Stellung von ein Paar Arbeitern mit den Händen gefaßt, aufgehoben und kraftvoll gegen einen in der Erde eingegrabenen großen Stein niedergestoßen.

In allen Fällen muß der gestauchte Theil nachher noch überschmiedet werden, theils um die Gestalt desselben gehörig auszubilden und das beim Stauchen gewöhnlich krumm gewordene Eisen wieder zu richten, theils um etwaige unganze Stellen, die sich durch das Stauchen geöffnet haben können, zu verbessern. Ist das Eisen schlecht, oder staucht man zu sehr, so entstehen leicht Kantenrisse oder bald oberflächliche, bald innerliche Trennungen der Fasern.

Ein originelles Verfahren des Stauchens — ohne Anwendung von Hammerschlägen — ist bei ringförmigen Arbeitstücken, z. B. Spurkranzreifen oder Tyres, anwendbar, um den lichten Durchmesser derselben zu verkleinern. Man macht den Tyre in einem Glühofen rothwarm, taucht ihn schnell zur Hälfte (der Breite) in kaltes Wasser, bis er erkaltet ist; nach nochmaligem Glühen wird die früher außengebliebene Hälfte in das Wasser gebracht. Bei der ersten raschen Abkühlung muß der rothwarme, nicht eingetauchte

Theil des Ringes der Zusammenziehung des erkalteten folgen und erfährt daher in seinem Material eine gleichmäßige Stauchung, welche eine bleibende Verringerung des Durchmessers zur Folge hat. Dasselbe geschieht dann bei der zweiten Eintauchung für die andere Hälfte des Ringes.

3) Das Ansetzen *(setting)*. Wenn ein Theil eines Arbeitstückes vor der Fläche eines benachbarten Theiles vorspringen oder einen Ansatz *(sett-off)* bilden soll, so kann dies auf mancherlei Weise erreicht werden. Legt man z. B. ein flaches und etwas dickes Eisenstück so auf den Ambos, daß ein Theil desselben über die Kante der Bahn hinausragt, und bearbeitet es dann oben (soweit der Ambos es unterstützt) mit dem Hammer, so bleibt das frei liegende Ende dicker. Bei kleinen Gegenständen erreicht man auf gleiche Weise denselben Zweck durch Anwendung eines eisernen, verstählten Stöckchens von parallelepipedischer Gestalt, welches mittelst eines unten daran befindlichen Zapfens in das Loch des Ambosses gesteckt wird. Als ein sehr gewöhnliches Werkzeug zum Ansetzen dient der Setzhammer, Setzmeißel, Setzstempel (chasse, *set-hammer)*[1]), welcher an Gestalt einem gewöhnlichen Hammer ähnlich ist, an einem hölzernen Stiele gehalten und auf das Eisen gestellt wird, wonach man auf das obere Ende des Kopfes Schläge mit dem Schmiedehammer oder Zuschlaghammer führt. Das mit dem Eisen in Berührung kommende Ende ist entweder flach und rechtwinklig gegen die Seiten gestellt (gerader Setzhammer), oder flach und schräg (schräger Setzhammer, Ballhammer), oder von der Gestalt, wie die Finne der Schmiedehämmer (runder Setzhammer, halbrunder Setzstempel, *fuller, top fuller, half round set-hammer)*.

Der gerade Setzhammer erzeugt einen rechtwinkligen Ansatz dort, wo er auf das Eisen gestellt wurde. Läßt man das Eisen über den Ambos herausragen und stellt den Setzhammer so darauf, daß sein Rand mit dem Rande des Ambosses einerlei Lage hat, so wird das Eisen zwischen Ambos und Setzhammer gequetscht, verdünnt und der hinausragende Theil, welcher seine ursprüngliche Dicke behält, bildet einen doppelten Ansatz, nämlich zugleich auf der obern und auf der untern Fläche. Der schräge Setzhammer macht einen spitzwinkligen Eindruck. Der runde Setzhammer bringt eine rinnenförmige Vertiefung hervor, taugt also z. B. zur Bildung rund ausgeschweifter Ansätze. Liegt dabei das Eisen nicht auf der Fläche des Ambosses, sondern auf einem im Loche des Ambosses angebrachten Stöckchen *(round fuller, bottom fuller)*, welches einerlei Gestalt mit dem abgerundeten Ende des Setzhammers hat, so entstehen zwei gleiche rinnenartige Eindrücke einander gegenüber.

Die Setzhämmer, sowie andere Hülfswerkzeuge des Schmiedes, welche ruhig gehalten und mit dem Hammer geschlagen werden (als: Schrotmeißel, Stiel-Durchschläge, Aufhauer, Ober-Gesenke, s. unten) versieht man gern statt der steifen Holzstiele mit biegsamen und elastischen Stielen aus doppelt zusammengebogenen Haselnuß-Ruthen, wodurch der haltenden Hand sicherer die unangenehme Erschütterung — das sogenannte Prellen — erspart wird. Der Setzhammer ꝛc. bekommt hierbei kein Loch für den Stiel, sondern die Ruthe wird um ihn herumgewickelt.

4) Das Biegen. Runde Biegungen werden gemacht, indem man das Eisen um eine geeignete Stelle des Hornes am Ambosse oder des Sperrhornes, oder um einen zylindrischen oder kegelförmigen Dorn (mandrin, *mandrel)*, der in der Hand gehalten wird, herumklopft. Doppelte (S-förmige) Krümmungen werden mittelst einer eisernen Gabel (Sprenggabel, griffe) hervorgebracht, welche aufrecht in das Loch des Ambosses eingesteckt wird und um deren zwei zylindrische Schenkel man das glühende Eisenstäbchen windet, sodaß jeder Haken des S einen Schenkel umschließt. Winkelbiegungen erzeugt man leicht durch Umklopfen des Eisens über die Kante der Ambosbahn oder eines in den Ambos gesteckten Stöckchens (von der Art, wie es zum Ansetzen gebraucht wird. Um einen durch Versehen beim Schmieden windschief gewordenen Theil zurecht zu drehen oder in die richtige Ebene zu biegen, gebraucht man eine Art langstieligen Hakens *(hook wrench, set)*, nämlich einen Eisenstab, welcher zwei Mal rechtwinklig gebogen ist, sodaß er die Gestalt dreier Seiten eines

[1]) Technolog. Encyklopädie, IX. 552.

Quadrates darbietet, von welchen die eine sehr verlängert ist, um als kräftiger Hebel zu wirken.

Zum Biegen großer Gegenstände kommen mancherlei mechanische Vorrichtungen in Anwendung. Eines der gewöhnlichsten unter den hierher gehörigen Beispielen sind die Radreife für Fuhrwerke aller Art, denen man die Zirkelkrümmung durch Biegen gerader Schienen (entweder im glühenden Zustande oder auch kalt) ertheilt. Dazu kann ein Walzwerk aus drei gußeisernen, rauh gegossenen Zylindern dienen [1]). Zwei dieser Zylinder, A und B, sind in gleicher Höhe, mehr oder weniger von einander entfernt angebracht; der dritte, C, liegt parallel zu denselben, zwischen ihnen, aber etwas höher. Dieser letzterwähnte Zylinder wird um seine Achse gedreht, und führt so die Eisenschiene fort, welche dergestalt eingeleitet wird, daß sie A von oben, C von unten, B wieder von oben berührt. Je nach der Stellung der Walzen gegen einander, muß die Schiene während ihres Durchganges eine Kreiskrümmung von kleinerem oder größerem Durchmesser annehmen. Zum Biegen von Eisenbahnschienen für Bahn-Kurven, wozu ursprünglich ein konvex gearbeitetes Holzmodell [2]) mit zwei starken Druckhebeln benutzt wurde, kann man sich eines derartigen Walzwerkes bedienen, dessen Zylinder nach dem Profile der Schienen ausgefurcht sind [3]). Die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder beträgt selten mehr als 15^{mm} per Secunde. — Gewöhnlich werden die Radreifen auf dem Umkreise einer als Modell dienenden gußeisernen horizontal liegenden Scheibe herumgebogen, wodurch man direkt und ganz sicher den richtigen Durchmesser erzielt; das Mittel, um die Schiene dem Umkreise der Modellscheibe anzuschmiegen, ist ein Hebel oder eine mit gehörigem Drucke dagegen gepreßte andere Scheibe, welche im Kreise um das Modell herumgeführt wird, wenn man nicht umgekehrt dem letzteren die Achsendrehung ertheilt, während die Preßscheibe an ihrem Platze bleibt [4]). Um den in Dreieckform gebogenen Speichen mancher Eisenbahnwagenräder diese Gestalt zu geben, hat man ein dreieckiges Modell, gegen dessen Seiten die Eisenschiene mittelst zweier um Scharniere beweglicher Hebel angedrückt wird [5]). — Das Rollen der Thürbänder geschieht (in kaltem Zustande) vortheilhaft auf einer kleinen Hülfsmaschine zwischen zwei passend gestalteten Stahlstanzen [6]). — Zum Krummbiegen starker Eisenblechplatten für den Bau eiserner Schiffe hat man eine Maschine, worin das Blech an einem seiner Ränder fest eingespannt und dann der freistehende Theil durch eine niederbewegte Walze abgebogen wird [7]).

Unter die mit dem Biegen zusammenhängenden Operationen gehört das Geraderichten von Stangen, Schienen, Röhren u. dgl., sowie das Flachrichten (Spannen, Ausspannen) von Blechplatten. Sofern es sich dabei nur um geringe Korrektionen handelt, pflegt diese Arbeit am kalten Eisen vorgenommen zu werden; starke Krümmungen kann man aber nicht anders als in der Glühhitze beseitigen. Das einfachste Mittel zum Geraderichten ist die Anwendung des Hammers, und zwar nicht selten nur eines hölzernen; das Geschäft ist aber zeitraubend und erfordert nicht geringe Umsicht und Geschicklichkeit; auch findet man oft, daß durch die verdichtende Wirkung der Hammerschläge eine oberflächliche Spannung erzeugt wird, welche die gerade Gestalt erhält, hingegen beim nachherigen Abdrehen oder Abfeilen verschwindet, sodaß dann die Krümmung wiederkehrt. Zum Spannen der Eisenblechtafeln bedient man sich wohl eines Pochhammers [8]), der ein durch Welldäumlinge gehobener, sehr schnell schlagender, flachbahniger Fall- oder Vertikalhammer mit höchst geringer Fallhöhe (z. B. 16^{mm}) ist und auf einem Amboße mit ebener Bahn arbeitet. Andere Methoden des Geraderichtens sind: Anwendung einer Schrauben-

---

1) Polyt. Journ., Bd. 44, S. 272. — Brevets, XXVI. 243. — Jobard, Bulletin, II. 84. — Brevets 1844, T. XIV., p. 351.

2) Polyt. Centr., Jahrg. 1848, S. 273; 1864, S. 1061.

3) Jobard, Bulletin, XVII. 79. — Polyt. Journ., Bd. 106, S. 5.

4) Gewerbeblatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1843, S. 129. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 1 (1843), S. 166, 197; Bd. 2 (1843), S. 483; Jahrg. 1848, S. 1083; 1851, S. 656. — Polyt. Journ., Bd. 121, S. 16. — Brevets, XLII., p. 12. — Kronauer, Zeitschrift, Jahrg. 1848, S. 232. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 30.

5) Génie ind., T. 18, p. 4; T. 19, p. 76. — Polyt. Centr. 1860, S. 1158.

6) Zeitschr. d. Ing. 1867, S. 81.

7) Polyt. Centr. 1864, S. 1121. — Génie ind., T. 28, p. 320.

8) Mittheilungen 1861, S. 235.

presse[1]) oder Exzenterpresse[2]) für Eisenbahnschienen; das Rollen zwischen zwei gußeisernen Tafeln (für Röhren[3]); das Rollen zwischen drei im Dreieck und genau mit einander parallel gelagerten gußeisernen Walzen, in deren Zwischenraum der zu richtende Rundeisenstab vom Ende der Walzen aus eingeschoben wird[4]); das Hindurchziehen zwischen zwei über einander liegenden Reihen von Walzen, welche so angeordnet sind, daß jede Walze der Oberreihe über dem Raume zwischen zwei Walzen der Unterreihe sich befindet (Spannmaschine, Blechspannmaschine, für große und starke Blechtafeln)[5]).

5) Das Abhauen, Abschroten. — Sowohl um ein fertig geschmiedetes Arbeitstück von dem Eisenstabe, welcher das Material dazu hergegeben hat, zu trennen, als um überhaupt Theile des Eisens beim Schmieden abzunehmen, bedient man sich meißelförmiger, schneidiger Instrumente, welche auf zwei verschiedene Arten gebraucht werden, und daher zweierlei Namen führen. Der Abschrot (tranche, *anvil-chisel*)[6]) ist ein breiter und kurzer Meißel, der mit seinem Stiele oder Zapfen in das Loch des Ambosses eingesteckt wird und die Schneide aufwärts kehrt. Man legt das Eisen auf die Schneide und schlägt auf jenes von oben mit dem Hammer. Der Schrotmeißel (tranche, ciseau à chaud, *chisel*)[7]) ist ein gewöhnlicher Meißel, den man frei in der Hand hält, auf das Eisen setzt und durch Hammerschläge eintreibt. Die schmäleren Schrotmeißel sind 200 bis 250^{mm} lang und werden unmittelbar mit der Hand gefaßt. Die breiteren sind kürzer und hammerähnlich, mit einem hölzernen Stiele versehen; der Stiel steht entweder mit der Schneide gleichlaufend, oder rechtwinklig gegen dieselbe, indem bald das eine bald das andere bequemer ist.

Sowohl mit dem Abschrot als mit dem Schrotmeißel wird das Eisen gewöhnlich nicht völlig durchgehauen (um eine Beschädigung der Schneide durch Hammer oder Ambos zu vermeiden), vielmehr bricht man, wenn die zertheilten Stücke noch durch ein dünnes Band zusammenhängen, sie durch Umbiegen vollends von einander. Damit die Schrotmeißel und andere verstählte Werkzeuge, welche beim Schmieden gebraucht werden (wie die sogleich folgenden Durchschläge ꝛc.), durch die Erhitzung in Berührung mit dem glühenden Eisen nicht weich werden, muß man dieselben nach gemachtem Gebrauche schnell in Wasser ablöschen.

6) Das Durchlöchern.

Man kann Eisen sehr schnell und ziemlich regelmäßig durchbohren, indem man es weißglühend über einen (um zu schnelle Abkühlung zu verhindern) erhitzten eisernen Ring legt, welchen es nur an zwei Stellen berührt; dann eine Schwefelstange senkrecht aufsetzt und allmälig niederdrückt, in dem Maße wie sie schmilzt. Das Eisen vereinigt sich schnell, unter Entwickelung einer schönen, gefahrlosen Feuergarbe, mit dem Schwefel, und bildet leichtschmelzbares Schwefeleisen, welches in einem unter den Ring gesetzten Wassergefäße aufgefangen werden kann. Das Loch fällt indessen rauh aus und wird auf der oberen Seite, wo der Schwefel zuerst eingedrungen ist, weniger regelmäßig. Eine Stange von 12 bis 18^{mm} Dicke ist in höchstens 20 Sekunden durchbohrt. Auf Stahl ist dieses Verfahren ebenfalls anwendbar; doch wirkt der Schwefel auf Gußeisen nicht. Man hat von der interessanten Einwirkung des Schwefels auf glühendes Eisen kaum je ernstliche Anwendung zum Durchlochen des letzteren gemacht; und in der That scheint diese Methode keinen Vorzug vor den gewöhnlichen Mitteln zu haben.

Beim Schmieden werden Löcher im Eisen auf zweierlei Weise hervorgebracht, nämlich durch Lochen (percer, *punching*) oder durch Aufhauen. Beim Lochen wird

---

1) Polyt. Journ., Bd. 111, S. 265. — Kunst- und Gewerbeblatt, Jahrg. 1847, S. 159. — Polyt. Centr. 1849, S. 1247. — Berliner Verhandlungen 1860, S. 233. — Zeitschr. d. Ing. 1867, S. 81.

2) Hütte, 1860, Taf. 29; 1864, Taf. 32a, b.

3) Hartmann, Praktische Eisenhüttenkunde nach Le Blanc u. A. Theil IV., S. 227. — Polyt. Journ., Bd. 151, S. 25. — Polyt. Centr. 1859, S. 191.

4) Deutsche Gewerbezeitung, Jahrg. 1843, S. 16; Jahrg. 1845, S. 260. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 246. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 16, S. 166.

5) Kronauer, Maschinen, IV. Taf. 15. — Mittheilungen 1864, S. 132. — Polyt. Centr. 1864, S. 1213.

6) Technolog. Encyklopädie, IX. 550.

7) Technolog. Encyklopädie, IX. 551—552.

ein Stück Eisen (ein Butzen, bouchon, *burr)* von der Gestalt und Größe des beabsichtigten Loches herausgeschlagen, indem man das glühende Eisen über das Loch des Ambosses oder auf einen Lochring legt, einen Durchschlag aufsetzt und letzteren durch Hammerschläge eintreibt. Der Durchschlag (poinçon, *punch)*[1]) gleicht in der Gestalt überhaupt dem Schrotmeißel, bis auf den einzigen Unterschied, daß das dünnere, verstählte und gehärtete Ende des Werkzeuges statt der Schneide eine eben abgeschliffene Fläche besitzt, gerade von der Gestalt und Größe wie das hervorzubringende Loch. Man unterscheidet viereckige Durchschläge (mit quadratischer Fläche), flache (mit länglichviereckiger Fläche) und runde (mit kreisförmiger Fläche); jede Gattung hat man wieder von mehreren Größen. Wie die Schrotmeißel, so sind auch die Durchschläge von zweierlei Art; solche, die man wie einen Hammer an einem wagrechten hölzernen Stiele hält (Stiel-Durchschläge), und andere, die unmittelbar angefaßt werden (Hand-Durchschläge). Der Lochring (perçoire), auf welchem das Eisen beim Lochen hohl aufliegt, ist ein eiserner Ring von 50 bis 100^{mm} Durchmesser, 40 bis 70^{mm} Höhe und 7 bis 12^{mm} Wandstärke; statt desselben gebraucht man auch eine starke verstählte Eisenplatte mit mehreren Löchern von verschiedener Größe und den dreierlei Gestalten, welche die Durchschläge haben (Lochscheibe, perçoire, *bolster)*.

Streut man, bevor das Werkzeug durchgedrungen ist, etwas Kohlenstaub in die Vertiefung, so erleichtert dies schließlich das Wiederherausziehen des Durchschlages. Wenn man den Durchschlag von einer Seite des Eisens her ganz durchtreibt, so wird wegen der verjüngten Gestalt des Werkzeuges das Loch an der Seite, wo jenes eingedrungen ist, beträchtlich weiter als auf der anderen Seite. Deshalb locht man dickere Eisenstücke von beiden Seiten aus, von jeder Seite halb; und das Loch ist dann in der Mitte am engsten. Zuletzt muß nicht nur dieser Unregelmäßigkeit des Loches abgeholfen werden, sondern sehr oft ist es auch erforderlich, das Loch noch zu erweitern, da man nicht Durchschläge für alle Löchergrößen vorräthig halten kann. Beides wird durch Eintreiben eines Dornes (mandrin, étampe, *treblet, triblet, mandrel, drift)* in das Loch bewerkstelligt. Ein Dorn ist ein 150 bis 300^{mm} langer, gehärteter Stahlkörper von quadratischem, rechteckigen oder kreisrundem Querschnitte, der sich schlank pyramidal oder konisch verjüngt. Das dünnere Ende wird zuerst in das Loch geschoben, und je weiter man in letzteres den Dorn hineinschlägt, desto weiter wird es. Diese Bearbeitung heißt das Ausdornen oder Dornen (étamper, *drifting)*. Oft dient ein Dorn dazu, dem Loche eine von seiner ursprünglichen verschiedene Gestalt zu ertheilen; so macht man mittelst dreieckiger, viereckiger und sechseckiger Dorne runde Löcher dreieckig, quadratisch oder sechseckig. Daher bedarf man keiner dreieckigen und sechseckigen Durchschläge. Beim Durchschlagen runder Löcher ist es oft nöthig, daß der Mittelpunkt des Loches genau auf eine bestimmte Stelle komme. Um dies zu bewirken, schlägt man voraus mittelst des Körners (amorçoir, *coner)* eine trichterförmige Versenkung ein, in welcher dann der Durchschlag leicht richtig aufgesetzt werden kann. Der Körner gleicht einem runden Durchschlage, nur daß er statt der ebenen Endfläche eine stumpf-kegelförmige Spitze besitzt.

Das Aufhauen ist vom Lochen dadurch verschieden, daß die Oeffnung bloß durch Aufspalten und Auseinandertreiben des Eisens entsteht, ohne daß von letzterem ein Theil weggenommen wird. Man bedient sich dieser Methode, wenn es darauf ankommt, das Eisen neben dem Loche ungeschwächt zu erhalten; wie unter Anderem bei dem Loche in einem Hammer, bei Zangen, wo durch den Spalt des einen Theiles der andere Theil durchgeschoben wird u. s. w. Das Werkzeug zu dieser Arbeit ist der Aufhauer (langue de carpe, mit und ohne Stiel), welcher sich vom Schrotmeißel nur dadurch unterscheidet, daß er schlanker und daß seine Schneide nicht geradlinig, sondern etwas gerundet ist, um leichter einzudringen. Indeß bedient man sich doch auch öfters des Schrotmeißels selbst. Dem Arbeitstücke legt man eine Platte von Schmiedeisen unter, damit die Schneide des Werkzeuges nicht mit der Ambosbahn in Berührung kommt.

Die durch Aufhauen gebildeten Löcher werden mittelst der schon erwähnten Dorne erweitert und vollends ausgebildet (Auftreiben, étamper, *opening out)*.

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. Artikel: Durchschlag.

7) Die Bildung eines Kopfes an Nieten, Bolzen u. dgl. — Gewöhnlich werden dergleichen Köpfe in einem sogenannten Nageleisen (clouyère, cloutière, *heading tool, bolt-header*) verfertigt. Es ist dies ein langes und schmales, auf der oberen Fläche mit aufgeschweißtem Stahle belegtes Eisenstück mit einem Loche, auch zwei oder mehreren Löchern, welche sich nach unten etwas erweitern. Nachdem beim Ausschmieden des Bolzens ein Ende desselben etwas dicker gelassen ist, wird derselbe vom Eisenstabe abgehauen und so in das Nageleisen gesteckt, daß der dicke Theil oben aus dem Loche hervorragt. Dieser Theil ist es, den man dann sogleich durch Hammerschläge zu einem Kopfe ausbildet. Soll der Kopf mehr Regelmäßigkeit erhalten, so setzt man auf denselben einen entweder direkt in der Hand oder an einem hölzernen Stiele gehaltenen Stempel (Kopfstempel, estampe, *cup tool*) mit einer Vertiefung von angemessener Gestalt, welche letztere sich dem Kopf aufdrückt, wenn man mit dem Hammer oben auf den Stempel schlägt: oder man versieht das Nageleisen mit einer, das Loch umgebenden, zweckmäßig gestalteten Einsenkung, in welche das Eisen hineingehämmert wird (versenkte Nageleisen). Das Loch im Nageleisen muß an Gestalt und Größe zu dem Querschnitte des Bolzens passen; daher hat man Nageleisen mit kreisrunden, quadratischen und rechteckigen Löchern von verschiedener Größe nöthig (runde, viereckige, flache Nageleisen).

Hier kann bemerkt werden, daß es zur Bildung eines Kopfes oder dicken Endes an einem Bolzen u. dgl. überhaupt drei Wege gibt, unter welchen man nach den Umständen zweckmäßig wählen muß: a) Man nimmt Eisen von solcher Dicke wie der Kopf erfordert, und erzeugt den dünneren Schaft durch Ausstrecken unter dem Hammer; dieses Verfahren ist gewöhnlich zu weitläufig, obwohl an sich das beste. b) Man nimmt Eisen von der für den Schaft erforderlichen Stärke, und bildet den Kopf durch Stauchen (wie bei Anwendung eines Nageleisens der Fall ist). c) Man schweißt um das Ende des Schaftes einen Ring fest, um die Verdickung zu erzeugen; diese Methode ist besonders für die größten Köpfe geeignet, welche durch das dazu nöthige starke Stauchen leicht rissig ausfallen würden, wenn man sie nach b) verfertigen wollte.

8) Das Schmieden über dem Dorn. Hohle (ring- oder röhrenartige) Schmiedarbeiten können auf ihrem Umkreise nicht ohne Beschädigung ihrer Gestalt gehämmert werden, wenn man sie nicht auf einen in die Höhlung passenden Dorn (mandrin, *mandrel, triblet*) steckt, der gewöhnlich aus einem zylindrischen Eisenstabe besteht, und mit Lehmwasser bestrichen wird, um nicht mit dem Arbeitstücke zusammenzuschweißen. Größere Ringe bearbeitet man auf dem kegelförmigen Horne des Ambosses.

In manchen Fällen kommt es bei dem Schmieden rohr- oder ringartiger Gegenstände über dem Dorn als ein Vortheil in Betracht, daß die Eisenfasern in der zirkelförmigen Krümmung laufen. So werden kleine eiserne Schraubenmuttern zweckmäßiger aus einem Eisenstabe über dem Dorn gebogen und geschweißt, statt massiv geschmiedet und nachher gelocht. Im erstern Falle ist die Lage der Eisenfasern fast übereinstimmend mit jener des Schraubengewindes, welches in das Loch geschnitten wird, und das Gewinde wird darum dauerhafter, indem es nicht ausbricht oder bröckelt, wie es bei Muttern, welche aus massivem Eisen gelocht werden, leicht geschieht.

9) Das Schmieden in Gesenken (estamper, étamper, *swaging*). — Runde Gegenstände können ihre richtige Gestalt durch Schmieden auf dem Ambosse nicht erhalten, weil die flache Gestalt der Hammer- und Ambosbahn dies unmöglich macht. Auch Stücke mit ebenen Flächen sind oft auf dem Ambosse nicht zu vollenden; entweder weil sie die Flächen nicht paarweise einander gegenüber stehend darbieten, oder weil ihre Gestalt überhaupt nicht durch die bisher angeführten Hülfsmittel leicht und genau genug auszuarbeiten ist. Noch mehr leuchtet dies rücksichtlich solcher Gegenstände ein, deren Oberfläche eine Abwechslung von Erhöhungen und Vertiefungen als Verzierung ꝛc. darbietet. In allen eben bezeichneten Fällen bedient man sich vertiefter Formen, in welche das Eisen hineingeschlagen wird; diese Formen führen im Allgemeinen den Namen Gesenke (étampes, estampes, *swages, bosses, prints, moulds, shapers*), und eine Werkstätte bedarf ihrer oft in großer Anzahl. Ein Gesenk besteht entweder bloß aus einem Untertheile (Untergesenk, dessous, *die, bottom swage*),

oder aus Unter- und Obertheil. Die Untertheile werden mit einem daran sitzenden Zapfen (queue) in das Loch des Ambosses gesteckt; oder man stellt sie (mit flachem Boden) auf den Ambos innerhalb eines viereckigen Ringes, dessen Zapfen in das erwähnte Loch eingesetzt wird; oder sie haben einen flachen Boden und schräge Seiten, und werden in einen schwalbenschwanzförmigen Falz der Ambosbahn eingeschoben. Einige große Untergesenke werden ohne alles Befestigungsmittel flach auf den Ambos gestellt und, um bequemere Handhabung zu gestatten, mit einem eisernen Stiele versehen. Das Obertheil (Obergesenk, Setzhammer, dessus, *top swage)* eines Gesenkes hat eine hammerähnliche Gestalt, enthält in der Bahn die gehörige Vertiefung und wird an dem Stiele gehalten, während man auf den Kopf Hammerstreiche führt, um das zwischen beiden Gesenktheilen liegende Eisen zu formen. Die Gesenke sind von Schmiedeisen gemacht, auf den vertieften Flächen aber mit aufgeschweißtem und gehärtetem Stahle belegt.

Die Herstellung der Aushöhlung in den Gesenken kann selten durch Ausfeilen geschehen; der regelmäßige Weg ist das Einschlagen mittelst eines gehärteten Stahlstückes, welches die Gestalt des im Gesenke zu schmiedenden Gegenstandes hat (Kern, noyau, *core*).

Untertheile allein reichen für jene Gegenstände hin, welche, wenn sie im Gesenke liegen, oben eine ebene und horizontale Fläche darbieten. In ähnlicher Art wirken die schon erwähnten versenkten Nageleisen (S. 184). Andere Beispiele sind folgende:

Eine viereckige Schraubenmutter mit Ansatz (einer daran befindlichen runden Scheibe). — Das Gesenk enthält eine Vertiefung, welche ganz von der Gestalt der Schraubenmutter ist (wenn man bei letzterer von dem Loche absieht). Das Eisenstück wird vorläufig auf dem Ambosse so weit als möglich fertig geschmiedet, dann in das Gesenk gelegt und überhämmert. Die vom Hammer getroffene Seite, als die breitere, ist natürlich die Grundfläche des Ansatzes. Der Boden des Gesenkes muß ein Loch haben, damit man die vollendete Mutter mittelst eines Stiftes von unten nach oben herausstoßen kann.

Ein dreieckiges Stäbchen. Das Gesenk enthält eine Einkerbung, die durch zwei schräg zusammenlaufende Flächen gebildet wird. Die dritte, offene Seite trifft der Hammer. — In ähnlichen Gesenken können roh vorgeschmiedete sechseckige Schraubenmuttern (ohne Ansatz) oder sechseckige Schraubenköpfe u. dgl. fertiggeschlagen werden, indem zwar das Gesenk jeweilig nur zwei der Seitenflächen berührt und glättet, das Eisenstück aber successive in verschiedene Lage gedreht und überhämmert wird. Doch bedient man sich für diesen Fall lieber eines Gesenkes, dessen Vertiefung drei Seiten des Sechseckes darbietet, nämlich eine als Bodenfläche und zwei nach oben divergirende Seitenflächen.

Ein halbrundes Stäbchen. Das Gesenk enthält die Vertiefung, der runden Seite des Stückes entsprechend; die flache Seite bildet sich durch die Hammerbahn.

Zu großer Arbeit dient der Gesenk-Klotz *(swage block)*, ein vierseitiger, fast würfelförmiger, von Eisen gegossener Block, z. B. 450mm im Quadrat und 250 oder 300mm dick, welchen man auf einem Ambosstocke nach Bedarf auf eine oder die andere seiner sechs Flächen legt. Von einer der breiten quadratischen Grundflächen nach der entgegengesetzten gehen quadratische, rechteckige, runde Löcher von verschiedener Größe durch, welche gebraucht werden, wenn man das Geräth als Lochscheibe benutzen will. Die vier gleichen schmalen Seiten sind mit halbrunden, winkelförmigen (dreieckigen) und viereckigen Querfurchen und Rippen verschiedenen Kalibers versehen, um als Untergesenke zu dienen.

Nach dem Gesagten ergibt sich leicht, in welchen Fällen die Gesenke zweitheilig sein müssen. Obertheil und Untertheil sind einander gleich, wenn der hervorzubringende Gegenstand symmetrisch ist. Der einfachste Fall ist das Schmieden eines glatten, runden Stabes. Das Gesenk, welches hierzu dient (Rundgesenk, (étampe ronde, *rounding tool)* enthält im Untertheil, und eben so im Obertheil, eine nahezu halbzylindrische Höhlung; das Eisen wird nach jedem Schlage gedreht und nach und nach auch durch das Gesenk fortgerückt, wenn der zu formende Theil länger ist als das Gesenk. Das Schmieden des Rundeisens auf den Eisenhämmern gehört hierher. Ist ein rundes Eisenstück mit Reifen u. dgl. verziert, oder mit einem kugelförmigen Knopfe, mit einer Ausbauchung, einem Wulste u. dgl. versehen, so entsteht hierdurch bloß eine leicht begreifliche Verschiedenheit in der Gestalt der Gesenk-Höhlung, und die Bewegung des Eisens beschränkt sich hier jedenfalls auf Drehung (ohne Fortschieben). Grobe Schrauben können gleichfalls auf solche Weise im Gesenke geschmiedet werden. Flache Gegenstände aber, welche in zweitheiligen Gesenken geschmiedet werden, gestatten weder noch erfordern sie eine Drehung. Ein Beispiel dieser Art ist bei der Verfertigung des damaszirten Stahls vorgekommen (S. 32);

andere sind: der Schaft eines Schlüssels sammt dem Barte, der Ring oder die Raute eines Schlüssels[1]), u. dgl. m. Zu rinnenartigen Stücken gebraucht man ein entsprechend ausgehöhltes Untergesenk und ein konvex gerundetes Obergesenk; das vorläufig flach ausgeschmiedete Eisen wird auf das Untergesenk gelegt und durch das daraufgesetzte Obergesenk hineingeschlagen, wobei man es nach jedem Schlage ein wenig weiterrückt. Beispiele dieses Falles sind eine Röhre für Drechsler, ein Hohleisen für Tischler oder Zimmerleute. Auch wenn es sich darum handelt, ein flaches Eisenstück zu einem Rohre zu bilden, formt man es zuerst in einem zweitheiligen Gesenke der erwähnten Art rinnenähnlich, und vollendet die Biegung auf dem Amboshorne (S. 173) oder einem Dorne.

Bei lange dauernder Anwendung eines und desselben Gesenkes zum Schmieden vieler gleicher Stücke ist es von Nutzen, das Obergesenk mit dem Untergesenk durch einen federnden Bügel zu verbinden, welcher ohne weitere Fürsorge des Schmiedes beide Theile in ihrer richtigen gegenseitigen Lage erhält (*springy shapers*); auch verlohnt es der Mühe, das Obertheil mit einer geeigneten maschinellen Vorrichtung zu verbinden, welche den Gebrauch des von Menschenhand geführten Hammers beseitigt und stärkere, wohl auch raschere Schläge auszuüben vermag. So arbeitet man zuweilen mit Gesenken im Fallwerke (welches zunächst zum Prägen von Blechwaren bestimmt ist und in dieser Beziehung im III. Kapitel ausführlicher erwähnt wird). Dabei ist das Untergesenk festgestellt; das Obergesenk aber wird mit einem schweren eisernen Klotze, auf dessen unterer Fläche es befestigt ist, zwischen Senkrechtführungen durch Ziehen an einem Seile aufgehoben, dann dem freien Herabfallen überlassen. In gleicher Weise können die Dampfhämmer, überhaupt Vertikalhämmer, S. 168 (welche nur ein vervollkommnetes Fallwerk sind) zum Gesenkschmieden gebraucht werden[2]), ebenso andere Schmiedemaschinen (S. 171). Hierher gehört auch eine Maschine zur Bearbeitung eiserner Schaufeln[3]).

10) Das Schweißen (souder, soudure, *welding*). — Die Verbindung verschiedener Eisenstücke zu einem Ganzen und die Vereinigung zweier Enden eines nämlichen Stückes kommt beim Schmieden so oft vor, daß die Schweißbarkeit des Eisens nicht nur eine höchst willkommene, sondern gerade jene Eigenschaft ist, durch welche ganz vorzüglich das Schmieden eine so ausgedehnte Anwendung erhält und die Verarbeitung des Schmiedeisens ihre ungemeine Wichtigkeit erlangt hat. Auch Stahl mit Stahl und Eisen mit Stahl wird eben so oft durch Schweißen vereinigt. Das Anstählen, Verstählen, Vorstählen (armer, aciérer, acérer, *steeling*) eiserner Werkzeuge u. dgl. ist eine Arbeit von der größten Wichtigkeit. Man beabsichtigt dabei nicht nur Kosten-Ersparung, indem man die Stücke bloß theilweise aus Stahl macht, sondern ein anderer wesentlicher Vortheil besteht darin, daß die Werkzeuge nach dem Härten einerseits die Festigkeit und Unzerbrechlichkeit des Eisens, andererseits an den Stellen, wo dies nöthig ist, die Härte des Stahles besitzen. Hartes (kohlenstoffreicheres) Eisen schweißt weniger leicht, als weiches; der Stahl im Allgemeinen schwerer als Eisen; der Gußstahl insbesondere am schwierigsten, und mancher Gußstahl gar nicht. Im Allgemeinen ist die Schweißhitze des Stahles geringer als die des Eisens, und dieser Umstand muß berücksichtigt werden, wenn die Schweißung überhaupt gelingen und dabei der Stahl nicht durch zu große Hitze seine Güte verlieren (verbrennen) soll. Uebrigens sind rasche Erhitzung, möglichst vollkommener Ausschluß der Luft von dem im Feuer liegenden Eisen und Stahle, und zweckmäßige Gestaltung der zu vereinigenden Theile wesentliche Bedingungen zu einer vollkommenen Schweißung. Man bestreut (sablonner) daher die ins Feuer gebrachten Arbeitstücke mit thonhaltigem Sand (Schweißsand) oder zerriebenem Lehm, der mit dem Glühspan der Eisenoberfläche zusammenschmilzt und eine leichtflüssige Schlacke bildet, durch welche die Luft abgehalten und die metallische Berührung der zu vereinigenden Oberflächen ermöglicht wird. Bei Stahl, vorzüglich Gußstahl, wird statt des Schweißsandes zerstoßenes grünes Glas oder feingepulverter Sandstein, oder geschmolzener und gepulverter Borax (den man von außen auf die Fuge streut, nachdem das Innere derselben mit einem Brei von Boraxpulver und Wasser bestrichen ist), am besten fein-

[1]) Technolog. Encyklopädie, XII. 568.
[2]) Gesenk zu Eisenbahnwagenrädern: Polyt. Centr. 1855, S. 1352.
[3]) Brevets 1844, T. VI., p. 21.

gepulverter Schwerspath (indem man die zu vereinigenden schon glühenden Stücke einzeln darin umwendet, auf einander legt, flüchtig zusammenschlägt, wieder erhitzt und vollends unter dem Hammer schweißt) angewendet, weil Sand zu strengflüssig für die geringere Schweißhitze des Stahles ist. Den Theilen, welche zu vereinigen sind, gibt man eine solche Gestalt, daß sie sich nach erfolgter Verbindung auf einer nicht zu kleinen Fläche berühren, und zugleich die Hammerschläge bequem und wirksam in der erforderlichen Richtung angebracht werden können. Schon vor dem Erhitzen vereinigt man sie womöglich so, daß sie zusammenhalten und — aus dem Feuer gezogen — ohne Zeitverlust gehämmert werden können. Nur beim Zusammenschweißen von Gußstahl mit Eisen ist es vorzuziehen, beide abgesondert (den Stahl wenig über das dunkle Rothglühen, das Eisen bis zum Weißglühen) zu erhitzen und dann erst zusammenzulegen, weil man auf diese Weise besser im Stande ist, jedem Theile die für ihn geeignete Hitze zu geben.

Folgendes **Schweißpulver** wird zum Schweißen von Stahl auf Eisen sehr gerühmt: 35,6 Borsäure, 30,1 trockenes Kochsalz, 26,7 Blutlaugensalz, 7,6 Kolophonium, fein zerrieben, innig gemengt und auf die Schweißstelle gestreut; beim Zusammenschweißen von Stahl und Stahl soll man nehmen: 41,5 Borsäure, 35 trockenes Kochsalz, 15,5 Blutlaugensalz, 8 entwässertes kohlensaures Natron. Verwandt hiermit ist die Vorschrift: Blutlaugensalz, durch Erwärmen in ein weißes Pulver verwandelt, 7 Theile, entwässertes kohlensaures Natron 2 Th., gebrannter Borax mehr oder weniger nach Beschaffenheit des Stahles. Noch andere beim Schweißen von Stahl (namentlich auch Gußstahl) auf Eisen bewährt gefundene Schweißpulver sind folgende: a) 8 Th. Schwerspath, 1 Th. Glasgalle, 1 Th. Braunstein; b) 12 Th. recht gut getrockneter Lehm, 3 Th. kalzinirte Soda, 2 Th. Pottasche; c) 8 Th. Borax, 1 Th. Salmiak, 1 Th. Blutlaugensalz zusammen in Wasser aufgelöst und unter beständigem Umrühren bei gelinder Wärme zur Trockenheit abgedampft (bei zu starkem Erhitzen dieser Masse kann Explosion durch gebildeten Chlorstickstoff eintreten).

Die ersten Hammerschläge beim Schweißen müssen sehr rasch auf einander folgen, aber nicht sehr heftig sein; man schlägt jedoch stärker zu, wenn ein Mal die Vereinigung begonnen und nach dem Vorübergehen des höchsten Hitzegrades das Metall etwas mehr Festigkeit erlangt hat. Kleine mit Gußstahl vorzustählende Stücke (Meißel z. B.) lassen sich ohne Hämmern, durch rasches und kraftvolles Pressen in einem großen Schraubstocke, schweißen. In dem einen wie in dem andern Falle muß Sorge getragen werden, daß die im Innern der Schweißfuge enthaltenen dünnflüssigen Schlackentheile vollständig herausgequetscht werden, daß also der Druck oder das Hämmern an der von dem Ausgange der Fuge entferntesten Stelle anfange und rasch gegen den Ausgang selbst fortschreite. In dieser Beziehung ist es auch vortheilhaft, den zu vereinigenden Flächen eine konvexe Gestalt in der Art zu geben, daß sie sich anfangs nur in der Mitte berühren und für die Schlacke der Ausgang zu beiden Seiten frei bleibt. Zur Anfertigung der Kanonenrohre aus aufeinandergesetzten Ringen ist eine Einrichtung angegeben worden, um die Schweißung durch den Dampfhammer in dem zum Erhitzen dienenden Flammofen selbst vorzunehmen [1]).

Das Schweißen durch Druck (statt Hämmerns) ist auch in größerem Maßstabe ausführbar; man hat z. B. sehr guten Erfolg von Anwendung der hydraulischen Presse beobachtet (welche besser wirkt als selbst der kräftigste Dampfhammer, weil die momentanen Schläge des letztern sich nicht immer bis ins Innere der Eisenmasse fortpflanzen); man gebraucht in einigen Fällen zwei starke gußeiserne Walzen, zwischen welchen man die Stücke hindurchgehen läßt: dieses letzteren Verfahrens bedient man sich z. B. öfters zum Schweißen der **Radkränze** (**Bandagen**) für Eisenbahnfuhrwerke [2]). In England soll man mit Glück angefangen haben, die Längenfugen an **Dampfkesseln** zu schweißen (statt zu nieten); das Erhitzen der Blechränder geschieht dabei von außen und von innen gleichzeitig durch die Flammen transportabler Gebläseöfen, das Schweißen selbst mittelst einer **Schweißmaschine**, deren Hauptbestandtheil ein hammerartiger, durch Druck wirkender Stempel ist [3]).

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 176, S. 15.
[2]) Hütte, 1859, Taf. 14.
[3]) Polyt. Centr. 1860, S. 1647.

Nachstehende Andeutungen über einzelne Beispiele werden das Verfahren beim Zusammenschweißen, An- oder Aufschweißen *(shutting together, shutting up)* näher erläutern. — Um zwei Stäbe an einander zu schweißen, legt man ihre Enden (entweder ohne Vorbereitung, oder nachdem man sie platt schaufelförmig geschmiedet hat — abfinnen, amorcer, *scarfing* —) schweißwarm über einander, und schmiedet sie so lang aus, bis das Ganze an der Schweißstelle nur noch die Dicke eines einzelnen Stabes besitzt. — Einen Ring bildet man aus einem geraden Stabe, den man an beiden Enden dünner ausstreckt und über dem Horne des Ambosses oder über einem Dorne (S. 184) zusammenbiegt, worauf die einander überragenden (auf einander liegenden) Enden schweißwarm zusammengehämmert werden. Man kann auch das eine Ende gabelartig aufhauen und das andere Ende zwischen die beiden Zacken legen. Mit großer Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit gelingt es, selbst Röhren von ziemlich dünnem Eisenblech zu schweißen, obgleich hierbei die Gefahr des Verbrennens sehr groß ist. Man bestreut die über einander gelegten Kanten mit einem Gemenge von Kochsalz und Holzasche, oder mit Borax, der geschmolzen, mit dem zehnten Theile Salmiak vermengt, gepulvert und noch mit gleich viel ungelöschtem Kalk versetzt wird; erhitzt in der Esse und hämmert die Schweißstelle auf dem Horne des Ambosses. Röhren und Ringe können auch stumpf zusammengeschweißt werden (d. h. so, daß die Enden oder Kanten des im Zirkel gebogenen Eisens sich berühren, ohne über einander zu liegen), wenn man sie, auf dem Dorne steckend, zwischen den zwei Theilen eines Rundgesenkes bearbeitet, wobei die Kanten nicht von einander weichen können, vielmehr stark zusammengepreßt werden. Um einen Ring auf einen runden Stab zu schweißen (etwa zur Bildung des Kopfes an einem Bolzen), biegt man ein Eisenstäbchen ringartig, doch ohne den Ring ganz zu schließen, staucht das Ende des runden Stabes ein wenig, schiebt den Ring auf und bewirkt durch Hammerschläge gleichzeitig dessen Schließung und Befestigung. — Eine ebene Fläche, z. B. die Bahn eines Hammers oder Ambosses, kann auf verschiedene Weise verstählt werden [1]). Entweder wird die aufzuschweißende Stahlplatte an ein paar Stellen durch Einhauen mit dem Meißel mit hervorspringenden Zacken versehen, kalt auf das glühende Eisen geschlagen, wo sie mittelst jener Zacken vorläufig festhält und nun schweißwarm gemacht und überhämmert. Oder man schlägt durch den Mittelpunkt der Stahlplatte ein Loch, in die Eisenfläche eine Vertiefung, treibt in beide einen gezackten stählernen Nietnagel, um die Anheftung zu bewirken, und schweißt dann wie gewöhnlich. Beide Methoden gewähren aber keine sehr feste Verbindung, sodaß sich der Stahl durch die Erschütterungen beim Gebrauche des Hammers oder Ambosses ziemlich leicht wieder ablöst. Daher ist es am besten, entweder mittelst eines viereckigen Durchschlages mehrere pyramidale Vertiefungen im Eisen zu bilden, und in diese eben so viele stählerne Pflöcke (lardons) einzutreiben, welche sich sodann beim Ueberhämmern ihrer herausragenden Enden breit stauchen und zu einer, mit dem Eisenkörper auf das Festeste zusammenhängenden Platte verschweißen; oder kleine Bruchstücke von Stahl in einen auf den Ambos gestellten viereckigen Ring zu legen, dieselben mit Borax zu bestreuen, das weißwarme Eisen darauf zu setzen und schnell zu überhämmern, dann in einer zweiten Hitze die Verbindung zu vollenden. — Die Finne eines Hammers wird mit dem Schrotmeißel aufgespalten, in den auseinandergetriebenen Spalt wird das schneidige Ende eines stählernen Keiles eingeschoben und dann die Schweißung verrichtet. — Eine Axt wird aus einer Eisenstange erzeugt, die man an beiden Enden etwas dünner ausschmiedet, dann zusammenbiegt, um das Oehr oder den Ring zu bilden; zwischen die Enden wird ein Stahlstück gelegt, das Ganze geschweißt, und so die verstählte Schneide hervorgebracht. — Bei schneidenden Werkzeugen, die nur von einer Seite her angeschliffen werden (wie Beile, Hobeleisen, Lochbeitel und Stechbeitel der Tischler u. s. w.), wird auf der Seite, an welche die Schneide zu liegen kommt, eine Stahlplatte ohne weitere Vorbereitung aufgelegt und angeschweißt. Die Dicke des Werkzeuges besteht dann zum Theil aus Eisen, zum Theil aus Stahl; das Anschleifen geschieht auf der Seite des Eisens. In manchen derartigen Fällen ist es vortheilhaft, längere Eisenplatten mit dem erforderlichen Stahle zusammenzuschweißen und schließlich erst diese Platte durch Querschnitte in Theile zu zerlegen, deren jeder ein Hobeleisen, einen Stechbeitel 2c. darstellt [2]). — Schneidinstrumente, welche zweiseitig angeschliffen werden, sodaß die Schneide in die Mitte der Dicke fällt, stählt man, wenn sie dick sind, nach Art einer Hammerfinne oder einer Axt vor; sind sie dünn (wie z. B. die Stemmeisen der Tischler und Zimmerleute, große

1) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Hammer.

2) Brevets, T. 73, p. 351. — Génie ind., T. 7, p. 103. — Polyt. Centr. 1854, S. 597. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 90.

Messer ꝛc.), so macht man den der Schneide zunächst liegenden Theil ganz von Stahl, das Uebrige von Eisen, legt beide etwas über einander und schweißt. — Bei einigen stählernen Instrumenten wird oft wenigstens die Angel (das im Hefte oder Griffe steckende Ende) aus Eisen gemacht, um mehr Zähigkeit und Widerstand gegen das Abbrechen zu erlangen; so z. B. bei den Säbelklingen. Man schmiedet hier die Angel als ein gerades Stäbchen aus, biegt es in Form eines < um, legt zwischen beide Enden die Klinge und schweißt Alles zusammen.

Wenn eine Schweißung gut gelungen ist, so bemerkt man an der Verbindungsstelle (Schweißstelle, soudure, *shut*) nach dem Abfeilen entweder gar keine Spur von ehemaliger Trennung, oder höchstens eine feine schwärzliche Linie (Schweißnath). Wo Stahl und Eisen neben einander liegen, erkennt man jedoch auf der blanken Fläche den ersteren durch seine mehr gelblich- oder röthlichgraue Farbe, welche gegen die rein graue des Eisens bei aufmerksamer Betrachtung etwas absticht; auf fein geschliffenen Flächen zeigt auch der Stahl einen bessern Glanz als das daneben liegende Eisen. An Festigkeit verliert das Eisen durch die Schweißung dann, wenn es überhitzt oder wenn die geschweißte Stelle nicht weiter überschmiedet worden ist; in diesen Fällen bildet sich nämlich ein wenig haltbares grobkörniges Gefüge.

Um eine Bekleidung von Gußstahl auf großen eisernen Gegenständen zu erhalten, kann man sich vortheilhaft des Aufgießens statt des Aufschweißens bedienen. Man höhlt durch Schmieden oder Walzen die Fläche des Eisens dergestalt aus, daß sie eine Rinne von der gewünschten Breite und Tiefe darstellt, bedeckt diese durch ein aufgeschweißtes starkes Eisenblech, und gießt die (so seitwärts überall geschlossene) Höhlung — während das Stück stark glühend und mit Boraxpulver bestreut ist — vom Ende her mit geschmolzenem Stahle voll. Die Blechdecke wird nachher weggefeilt, das Stück aber unter dem Hammer- oder Walzwerke weiter ausgearbeitet, wodurch auch erst die innige Verbindung zwischen Eisen und Stahl erfolgt [1]).

Für die Anwendung der verschiedenen Schmiedeoperationen liefert die Herstellung der Speichenräder wie auch diejenige der schmiedeisernen Scheibenräder für Eisenbahnwagen besonders instruktive Beispiele [2]).

B. Walzen.

Nur in minder zahlreichen Fällen werden Walzen auch zur Verfertigung anderer Eisen- und Stahl-Fabrikate — außer Stäben und Blech — in Anwendung gebracht. Die Nothwendigkeit, kostspielige Maschinen herzustellen, welche denn doch meist nur für Gegenstände von einer einzigen Gestalt und Größe dienen können, während die Erzeugung durch Schmieden nichts als sehr einfache Werkzeuge erfordert und jede beliebige Abänderung gestattet, beschränkt die Anwendung des Walzens; wogegen freilich im besondern Falle die weit schnellere Erzeugung, die Gleichförmigkeit und oft vollkommenere Ausbildung der gewalzten Gegenstände, verglichen mit den geschmiedeten, überwiegenden Werth haben kann.

Der einfachste Fall, welcher hier angeführt werden muß, ist das Walzen der Eisenbahn-Schienen (rails, *rails*), wozu ein dem Stabeisen-Walzwerk ähnliches, nur mit anders geformten Einschnitten versehenes Walzwerk dient [3]); in der That ist diese Fabrikation wesentlich mit dem Walzen des gewöhnlichen Stabeisens übereinstimmend. Ein solches Schienen-Walzwerk mit 1,15 bis 1,40^{m} langen, 400 bis 480^{mm} dicken

---

[1]) Brevets 1844, T. XIII., p. 15.

[2]) Ztschr. d. Ing. 1872, S. 231. — Heusinger von Waldegg, Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik, Band II., Kapitel II. 2. Auflage. — Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 412.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. V., Artikel: Eisenbahn. — Hartmann, Praktische Eisenhüttenkunde nach Le Blanc u. A. Theil IV. — Kunst- u. Gewerbe-Blatt, Jahrg. 1847, S. 71, 148, 229. — Notizblatt des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd II., S. 400; Bd. III. (1853—54), S. 23, 541. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 188; Bd. 131, S. 100; Bd. 135, S. 335; Bd. 151, S, 27. — Polyt. Centr. 1853, S. 969; 1860, S. 1454. — Zeitschr. d. Ing. 1858, S. 256. — Brevets 1844, T. 30, p. 65. — Hütte, 1864, Taf. 37.

Walzen, welche 55 bis 65 Umläufe in einer Minute machen, erfordert eine Betriebskraft von 40 bis 45 Pferdestärken. Nach einer andern Angabe rechnet man auf zwei zusammengekuppelte Walzenpaare, die Zylinder des einen 1,22 m lang bei 380 mm Durchmesser, des andern 1,70 m lang bei 470 mm Durchmesser, 22 bis 25 Pferdestärken. Ein Walzwerk mit zwei Paar 460 mm dicken, 85 Mal in 1 Minute umgehenden Walzen, welches wöchentlich 12000 Zentner Schienen liefert, verlangt leergehend 45, arbeitend 213 Pferdestärken. Das Unsichere solcher Angaben tritt aus diesen Beispielen hervor.

Für die Fabrikation von Eisenbahnschienen mit stählernem Kopf (Stahlkopfschienen) und für die Verarbeitung alter abgenutzter Eisenbahnschienen sind zur Herstellung der Packete besondere Methoden [1]) in Gebrauch gekommen.

Die keilförmigen Blätter der Wagenfedern können unter einem Walzwerke verfertigt werden, dessen Zylinder exzentrisch, d. h. so mit ihren Zapfen verbunden sind, daß die letzteren außerhalb des Mittelpunktes der Endflächen sitzen. Die Anordnung ist so getroffen, daß die am weitesten von den Drehungsachsen entfernten Theile der Walzen-Umkreise bei jeder Umdrehung mit einander zusammentreffen. Dadurch kommt es, daß der Zwischenraum zwischen den Walzen sich abwechselnd verengt und erweitert, mithin die gewalzten Eisen- oder Stahlschienen in regelmäßiger Abwechselung dünnere und dickere Stellen erhalten. An den dünnsten und an den dicksten Stellen abgehauen, sind die Blätter bis auf das Biegen vollendet [2]). — Auf einem anderen Prinzipe beruht ein Walzwerk zu längeren keilförmig oder konisch verjüngten Eisenstäben [3]). — Auch zur Verfertigung der Kettenglieder zu Hängebrücken hat man ein eigenes Walzwerk konstruirt [4]).

Wenn man die zwei Zylinder eines gewöhnlichen Walzwerkes mit beliebig gestalteten Vertiefungen versieht, welche derartig geordnet sind, daß bei der Umdrehung die Vertiefungen der einen Walze mit jenen der andern regelmäßig zusammentreffen, so entstehen Höhlungen, welche auf ähnliche Weise wirken, wie ein zweitheiliges Schmiedegesenk, indem das zwischen die Walzen eingelassene Eisen genöthigt wird, sie auszufüllen und die Gestalt derselben anzunehmen. Auf diese Weise hat man mehrfältig versucht, Nägel, Messerklingen, Löffel [5]), Scheren, Schaufeln [6]), Hufeisen, sowie allerlei kleine Eisen- und Stahlartikel [7]) zu erzeugen. Dabei kann im Allgemeinen das Verfahren ein doppeltes sein: entweder wird ein Stab, eine Schiene in das Walzwerk eingeführt, worauf sich beiderseitig die Vertiefungen der Zylinder abdrucken und Erhöhungen bilden, welche zusammen den beabsichtigten Gegenstand darstellen, jedoch umschlossen von einer durch das Walzen dünner gewordenen Eisenfläche, deren Wegnahme dann noch erfolgen muß; oder es werden Eisenstücke annähernd in der gewünschten Gestalt vorgeschmiedet, die man dann zwischen den Walzenvertiefungen nur vollenden läßt, gleichwie in einem Doppelgesenke, und in diesem Falle wird ein geringerer Grath die fertigen Stücke einfassen, der aber ebenfalls noch zu beseitigen ist. Enthält die eine Walze vertiefte Verzierungen, während die andere glatt ist, so lassen sich auf Bandeisen einseitig Relief-Ornamente u. dgl. erzeugen. Mit abgeänderter Beschaffenheit der Zylinder walzt man vier- und sechseckige Schraubenmuttern [8]), sowie mehrere dergleichen Gegenstände von einfacher Gestalt; ferner Stäbe mit wechselweise dickeren und dünneren Stellen, zu Gittern und Geländern [9]). Bei der Verfertigung der Radreifen (Bandagen, bandages de roues, *tyres*) für Eisenbahnwagen werden mannigfaltig konstruirte Walzwerke zu Hülfe genommen, und man verfährt hierbei auf verschiedene Weise: a) Ein vorläufig schon geschweißter Ring wird zwischen den Walzen nur ausgeformt und gestreckt [10]). b) Ein Packet über einander ge-

---

[1]) Ztschr. d. Ing. 1869, S. 142.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 9, S. 162. — Génie ind., III. 304.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 114, S. 246. — Polyt. Centr. 1849, S. 1447. — Brevets 1844, T. 21, p. 125. — Génie ind., T. 26, p. 268. — Jobard, Bulletin, XVII. 10.
[4]) Berliner Verhandlungen, XXVI. (1847) S. 157.
[5]) Wiebe, Skizzenb. 1867, Heft 2.
[6]) Brevets 1844, T. I., p. 132. — Génie ind., I. 253.
[7]) Brevets 1844, T. 46, p. 157.
[8]) Polyt. Journ., Bd. 66, S. 266; Bd. 69, S. 275. — Polyt. Centr., Jahrg. 1838, Bd. 2, S. 865. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII., S. 375, 377.
[9]) Brevets, XLIII., p. 395.
[10]) Brevets, LXVI. 474. — Brevets 1844, T. 14, p. 104; T. 39, p. 7. — Génie ind., T. 17, p. 18. — Heusinger v. Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, VII. (1852), S. 133. — Polyt. Centr. 1853, S. 464; 1864, S. 997.

legter gerader Schienen wird im Walzwerke zur Ringform gebogen und zugleich geschweißt [1]). Da in diesen Fällen die Schweißfuge leicht zu Bruch Anlaß gibt, hat man dieselbe bei folgenden Methoden vermieden: c) Durch spiralförmiges Aufwickeln von Flacheisen um eine Walze wird ein Ring (ähnlich einer gespannten Uhrfeder) gebildet, dieser sodann unter dem Hammer geschweißt, endlich im Walzwerke vollendet [2]). d) Eine lange flache Schiene wird hochkantig in mehreren mit der breiten Fläche sich berührenden Schraubenwindungen zu einem Ringe gewunden, den man ferner ähnlich wie unter c behandelt [3]). e) In eine dicke, länglich viereckig geschmiedete und an den Ecken abgerundete Platte werden nahe den Enden zwei Löcher gebohrt, die man mittelst Meißel oder Säge durch einen geraden Schnitt verbindet; dieser Spalt wird durch Ausdornen aufgetrieben bis ein länglicher Ring entsteht, der seine Vollendung im Walzwerke empfängt [4]). — Nicht minder bedient man sich verschiedener Walzwerke um aus einem roh vorgeschmiedeten Eisenstücke ganze Eisenbahnwagenräder (Scheibenräder) darzustellen [5]).

Gegenstände von kreisrundem Querschnitte (aber ungleicher Dicke an verschiedenen Stellen) können in einem vereinfachten Walzwerke erzeugt werden, welches nur einen Zylinder und statt des zweiten ein diesen Zylinder zu reichlich ein Drittel der Peripherie umschließendes konkaves, festliegendes Backenstück enthält. Zwischen beiden wird bei der Umdrehung des Zylinders das hineingebrachte Eisen mit rollender Bewegung fortgeführt und dabei in die zweckmäßig ausgearbeiteten Furchen hineingepreßt (eine Art Transversal-Walzwerk, vergl. S. 172) [6]).

Vom Walzen eiserner Röhren wird am Schlusse dieses Kapitels (Anhang zur Drahtfabrikation) die Rede sein.

Dritte Abtheilung.

Fabrikation des Drahtes [7]).

Draht (fil, *wire*) kann aus allen dehnbaren Metallen verfertigt werden; jedoch ist dieses hauptsächlich mit Eisen und Stahl, Kupfer, Messing und Tombak, Argentan, Silber und Gold der Fall. Platin-, Aluminium-, Zink- und Bleidraht haben eine sehr beschränkte Anwendung; Zinndraht kommt nie im Handel vor. Der Draht ist, hinsichtlich der Form seines Querschnittes betrachtet, am gewöhnlichsten rund. Im Handel werden auch wenig andere Arten angetroffen; mehrere werden aber in den Werkstätten und Fabriken zur unmittelbaren weitern Verarbeitung erzeugt. So gibt es ovalen, viereckigen oder quadratischen, flachviereckigen oder rechteckigen, trapezförmigen, dreieckigen, halbrunden, halbmondförmigen, sternförmigen, rosenförmigen Draht, und noch einige andere eigenthümliche Arten, von welchen weiter unten zu sprechen Veranlassung sein wird. Alle Drähte, deren Querschnitt eine andere Gestalt als die des Kreises hat, faßt man unter dem Namen Façon-Draht oder Dessin-Draht zusammen.

Fehlerfreier Draht hat an allen Stellen seiner Länge einerlei Dicke und einerlei Gestalt des Querschnittes, ist auf der Oberfläche glatt, ohne Furchen, Risse und Schiefer, im Innern von gleichförmiger, nicht durch unganze Stellen unterbrochener Masse, und besitzt so viel Biegsamkeit und Zähigkeit, als die natürliche gute Beschaffenheit des Metalles, woraus er besteht, nur irgend gestatten kann, bricht daher erst nach wiederholtem Hin- und Herbiegen ab, und trägt, ohne zu zerreißen, ein verhältnißmäßig bedeutendes Gewicht.

Für die Feinheit des Drahtes — in welcher Beziehung außerordentlich große Verschiedenheiten stattfinden — lassen sich keine feststehenden Grenzen angeben; doch kann man

---

1) Génie ind., XVI. 31. — Polyt. Centr. 1859, S. 240.
2) Polyt. Centr. 1853, S. 464.
3) Brevets 1844, T. 17, p. 49; T. 26, p. 71; T. 31, p. 390.
4) Brevets 1844, T. 43, p. 56.
5) Polyt. Centr. 1849, S. 773; 1854, S. 11; 1856, S. 14. — Polyt. Journ., Bd. 141, S. 417. — Mittheilungen 1858, S. 14. — Brevets 1844, T. 38, p. 267; T. 39, p. 7.
6) Brevets, XLV. 115.
7) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. Artikel: Draht.

sagen, daß im Allgemeinen Drähte über 12mm und unter 0,2mm wenig vorkommen. Die hauptsächlichste Ausnahme machen jene feinen Silberdrähte, welche zu den Gold- und Silbergespinnsten, Tressen rc. verarbeitet werden und deren Dicke zum Theil nur 0,04 bis 0,05mm beträgt. Man bezeichnet im Handel die Feinheits-Abstufungen der Drähte zwar allgemein durch Nummern; allein diese Bezeichnung ist durchaus willkürlich, fast in jeder Fabrik anders, und es kann daher mit der Angabe einer Draht-Nummer nur dann ein Begriff verbunden werden, wenn man das Nummern-System der Fabrik kennt, aus welcher der Draht herstammt [1]). In den Fabriken, wie beim Einkauf und Verkauf des Drahtes, bedient man sich, um die einer gegebenen Drahtdicke zukommende Nummer schnell zu finden, der Drahtmaße, Drahtlehren, Drahtklinken (jauge, calibre, morale, *gage*, *wire gage*, *wire gauge*). Meistentheils ist eine Drahtklinke eine länglich viereckige, achteckige oder kreisrunde, gehärtete Stahlplatte mit Einschnitten von verschiedener Weite am Rande herum, jeder Einschnitt mit einer Nummer bezeichnet [2]). Man sucht den Einschnitt heraus, in welchen eine Drahtprobe am genauesten paßt, und die Nummer dieses Einschnittes ist die Nummer des Drahtes. Auf ähnliche Weise verfährt man mit anderen Drahtklinken, die statt der Einschnitte eine Anzahl runder Löcher enthalten, in welche das Ende des zu prüfenden Drahtes eingeschoben wird. Für die allerfeinsten Drähte könnten weder Einschnitte noch Löcher mit der erforderlichen Genauigkeit hergestellt werden; hier bedient man sich deshalb sogenannter Meßringe, die aus einem vierkantigen Stahlstäbchen mit abgerundeten und glatten Enden gebogen, und nur so weit geschlossen sind, daß noch ein feiner Spalt bleibt. Für jede Draht-Nummer ist ein solcher Ring erforderlich, dessen Spalt die gehörige Breite hat. — Man hat ferner Drahtmaße, welche aus zwei in einerlei Ebene unter einem sehr spitzen Winkel mit einander verbundenen, stählernen Linealen bestehen. Die inneren Ränder der Lineale sind mit einer nummerirten Eintheilung versehen; je dünner der Draht ist, desto tiefer kann er in die spitzwinklige Oeffnung hineingeschoben werden, und die Entfernung der Lineale an dem Punkte, bis zu welchem der Draht eindringt, gibt den Durchmesser (oder vielmehr die Größe einer dem Durchmesser sehr nahe liegenden Sehne des kreisrunden Querschnittes) an [3]). Um das Instrument tragbarer zu machen und um seine Richtigkeit leichter kontroliren zu können, richtet man es wohl so ein, daß die Schenkel sich in der Winkelspitze um ein Scharnier bewegen und zusammengeklappt oder bis zum erforderlichen Grade geöffnet werden können. Durch eine geringe Veränderung kann es tauglich gemacht werden, die Dicke des Drahtes in Theilen eines bestimmten Maßes anzugeben. Es sei z. B. die Länge der Lineale = 200mm, ihre Entfernung an der Oeffnung des Winkels = 10mm, jeder Schenkel in 100 gleiche Theile (jeder = 2mm) getheilt, und in jedem Theilstriche eine Zahl — von 0 an der Spitze des Winkels bis 100 an der größten Oeffnung — beigesetzt; so drückt die Zahl des Striches, bis zu welchem ein Draht eingeschoben werden kann, mit einem höchst unbedeutenden Fehler die Dicke des Drahtes in Zehnteln eines Millimeter aus. Oder die Länge der Skale von 300 Theilen sei = 150mm (jeder Theil = 0,5mm) und die Oeffnung beim Theilstriche 300 = 3mm; dann bedeutet jeder Skalentheil 0,01mm. Im ersten Falle ist der Winkel des Instrumentes = 2° 51′ 54″ und die Dicken der gemessenen Drähte werden (weil in der That eine Sehne statt des Durchmessers gemessen ist) um $^1/_{3200}$ oder etwa 0,031 Proz. zu klein gefunden; im zweiten Falle ist der Winkel = 1° 8′ 45″ und die Messungen fallen um $^1/_{20000}$ oder 0,005 Prozent zu klein aus: man sieht demnach, daß die in der Konstruktion des Instrumentes begründeten Messungsfehler für die Praxis absolut verschwindend sind. — Kompendiöser und namentlich als Taschengeräth mehr geeignet ist ein Drahtmaß mit spiralig exzentrischer Scheibe, deren Rand bei ihrer Umdrehung in verschiedenen Abstand von einem festen Punkte kommt und mit diesem die zum Einbringen des Drahtes bestimmte Oeffnung bildet, wonach die Dicke auf einer Kreistheilung der Scheibe abgelesen wird [4]). — Endlich gibt es Drahtmaße in Form

---

1) Mittheilungen 1858, S. 143, 225; 1859, S. 334; 1860, S. 85; 1863, S. 83 1865, S. 75; 1867, S. 261. — Zeitschr. d. Ing., Bd. 10 (1866), S. 546, 611; Bd. 11 (1867), S. 135, 241, 369, 409, 428, 467, 565, 665, 681, 893. — Polyt. Journal, Bd. 196, S. 202. — Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 214.

2) Solche Drahtklinke mit Schublehre: Mittheilungen, Lief. 66—67 (1852), S. 223.

3) Deutsche Gewerbe-Zeitung, Jahrg. 1847, S. 270. — Zeitschr. d. Ing. 1869, S. 90.

4) Génie ind., T. 16, p. 165. — Jobard, Bulletin, T. 34, p. 262. — Polyt. Centr. 1858, S. 728.

einer Zange, zwischen deren kurze Schenkel man den Draht sanft einklemmt, dessen Dicke vergrößert durch den Abstand der langen Schenkel angegeben wird. Mit dem einen langen Schenkel ist ein Gradbogen verbunden, auf welchem der andere lange Schenkel die Rolle eines Zeigers spielt. Die Theilstriche des Bogens sind mit den Draht-Nummern bezeichnet. Kleine Unterschiede der Dicke sind mit einem solchen Instrumente sehr genau zu entdecken. Man ist selbst noch weiter gegangen, und hat das äußerste Ende des einen langen Schenkels auf den kurzen Arm eines sehr ungleicharmigen Hebels wirken lassen, dessen entgegengesetztes Ende auf dem Gradbogen spielt, auf welchem es die gemessene Drahtdicke sehr viel stärker vergrößert darstellt; oder man hat das Ende des langen Schenkels mit einem Zahnbogen versehen, welcher durch Eingriff in ein Getriebe einen Zeiger auf einem Zifferblatte bewegt [1]).

Die Verfertigung des Drahtes (das Drahtziehen, tréfilage, *wire drawing*) geschieht im Allgemeinen dadurch, daß man einen Metallstab durch eine Anzahl stufenweise an Größe abnehmender Löcher in einer Stahlplatte (dem Zieheisen, Drahtzieheisen, filière, filière à tirer, *draw-plate, drawing-plate)* zieht, und ihn dadurch nöthigt, nach und nach den Querschnitt anzunehmen, welchen die Gestalt und Größe jener Ziehlöcher *(drawing holes)* vorschreibt. Eine wesentliche Ausnahme von dieser Fabrikationsart macht das Walzen der dickeren Eisen- und Stahldrähte, wovon weiter unten die Rede ist.

Beim Drahtziehen wird der in Draht zu verwandelnde Stab, oder der durch fortgesetztes Ziehen zu verdünnende Draht mit einem Hammer, wenn er dünn ist mit der Feile, zugespitzt, durch ein Ziehloch gesteckt, vorderhalb des letzteren mit einer Zange oder auf andere Weise festgehalten und dann mit angemessener Geschwindigkeit allmälig durchgezogen. Die Operation wird in folgenden Ziehlöchern, von denen jedes kommende kleiner ist als das vorhergehende, so lange wiederholt, bis der gewünschte Grad von Feinheit erreicht ist. Die Drahtzieheisen, deren eins oft 60 bis 100 und noch mehr Löcher enthält, sind an Größe sehr verschieden. Zum Ziehen der dicksten Drähte hat man sie 450 bis 600 mm lang, 80 bis 150 mm breit und ungefähr 25 mm dick; die kleinsten Zieheisen sind 70 bis 150 mm lang, 36 bis 50 mm breit und 4 bis 5 mm dick. Die Zieheisen der größten Art macht man aus Schmiedeisen, welches auf einer Fläche mit einer starken Decke von aufgeschweißtem Stahle überzogen ist; diese Eisen werden nicht gehärtet; aber man wählt dazu, um den Löchern große Dauerhaftigkeit zu geben, eine schon von Natur sehr harte (kohlenstoffreiche) Stahlsorte, öfters selbst den sogenannten wilden Stahl (S. 16). Die kleineren Zieheisen bestehen gänzlich aus Stahl, und werden theils gehärtet, theils nicht. Im letzteren Falle erweitern sich zwar die Löcher — durch die Abreibung, welche der durchgezogene Draht verursacht — ziemlich bald; aber man hat den Vortheil, sie durch vorsichtiges Hämmern, rings um ihren Umkreis, wieder verkleinern zu können. Die Löcher der Drahtzieheisen müssen regelmäßig von Gestalt und so glatt wie möglich sein. Sie sind im allgemeinen trichterartig, nämlich an der Rückseite, von welcher der Draht eintritt, konisch versenkt, von da an auf eine kleine Strecke gleich weit (oder nur sehr wenig verjüngt), endlich auf der Vorderseite oft wieder ein wenig erweitert (die weite Seite des Loches heißt pertuis, die enge oeil). Sie werden mit einer Art Durchschlag oder Dorn durchgeschlagen; wenn sie klein (und rund) sind aber gebohrt. Die allerfeinsten Löcher kann man nicht so klein bohren, als sie sein müssen; man klopft sie daher mit einem Hammer, der eine abgerundete Spitze besitzt, fast gänzlich wieder zu [2]), und reibt sie mit einer zarten, durch die Versenkung der Rückseite eingeführten Stahlspitze von Neuem zur gehörigen Größe auf. — Es ist mit Erfolg versucht worden, statt der Zieheisen zu feinem Drahte gebohrte harte Edelsteine (namentlich Rubine oder Saphire), in Messingplättchen gefaßt, anzuwenden; solche Steinlöcher (welche ungemein hart und dauerhaft sind) gebraucht man zum Theil bei der Fabrikation sehr dünner Gold- und Silberdrähte.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 109, S. 112.
[2]) Werkzeugsammlung, S. 181.

Beim Ziehen des Drahtes soll in gewöhnlichen Fällen die Verdünnung bloß durch Zusammendrückung und Verschiebung der Metalltheile bewirkt werden; ein Ziehloch, welches Theile des Drahtes abschabt, ist fehlerhaft (rauh oder schartig). Doch gilt dies, streng genommen, nur vom Ziehen des runden Drahtes; denn bei Façon-Draht ist es oft unvermeidlich, daß die einspringenden Ecken oder Spitzen der Ziehlöcher feine Spänchen abschaben. Die Verdünnung des Drahtes hat nothwendig eine Verlängerung desselben zu Folge; allein außerdem findet auch eine aus der Zusammendrückung hervorgehende Verdichtung statt, daher eine Zunahme des spezifischen Gewichtes. Wenn keine Nebenumstände in's Spiel kämen, so müßte die Länge des Drahtes in eben dem Maße zunehmen, wie der Flächenraum des Querschnittes oder das Quadrat des Durchmessers abnimmt; d. h. ein auf die Hälfte, das Drittel, Viertel ꝛc. der Dicke reduzirter Draht müßte genau 4, 9, 16 . . . . Mal so lang geworden sein, als er anfangs war. Da aber ein Theil der Verdünnung auf Rechnung der Zusammendrückung kommt, so sollte die wirkliche Verlängerung unter jener berechneten bleiben; die Nachstreckung des Drahtes vor dem Zieheisen (s. unten) wirkt indessen vermindernd, aufhebend oder gar überwiegend entgegen: und so kommt es, daß die wirkliche Länge der berechneten oft ganz genau gleich, oft sogar ein wenig größer als diese ist. Die Metalle erleiden durch das Ziehen eine solche Veränderung ihrer inneren Struktur, daß das Gefüge (indem die Bewegung der Theilchen immer nach der Länge des Drahtes vor sich geht) desto vollkommener faserig wird, je öfter das Ziehen sich wiederholt: mit dieser Erscheinung ist meist eine höchst auffallende Vermehrung der absoluten Festigkeit verbunden, daher ein Draht beim Dünnerziehen weniger leicht abreißt, als ein nur gegossenes oder geschmiedetes Stäbchen des nämlichen Metalles beim ersten Ziehen, wenn auch beide von einerlei Dicke sind und durch das nämliche Loch gezogen werden. Indem aber durch das Ziehen (welches jederzeit kalt, d. h. ohne äußere Erwärmung, vorgenommen wird) die Metalltheile in eine gewissermaßen unnatürliche Lage verschoben werden, nimmt der Draht (mit Ausnahme der weichsten Metalle: Zink, Zinn, Blei) schnell an Härte und Steifheit zu, an Dehnbarkeit ab; ja er wird früher oder später sogar spröde und reißt beim fortgesetzten Ziehen sehr leicht ab, wenn man ihm nicht durch Ausglühen (oder wenigstens starke Erhitzung, falls der Draht sehr dünn ist) seine Weichheit und Geschmeidigkeit wiedergibt, womit aber auch ein beträchtlicher Theil der absoluten Festigkeit verschwindet.

Versuche und Beobachtungen haben folgende interessante Thatsachen über die Erscheinungen beim Drahtziehen kennen gelehrt:

1) Die Größe der Kraft, welche nöthig ist, um einen Draht durch ein Ziehloch zu ziehen (also derjenigen, mit welcher der Draht während des Ziehens angespannt wird) hängt ab von der Härte des Metalles, von dem Unterschiede zwischen der Dicke des Drahtes und der Größe des Loches, von der Dicke des Drahtes an sich, von der Geschwindigkeit des Zuges, von der Gestalt und Glätte des Loches, wohl auch von der Natur des Metalles insofern, als verschiedene Metalle ungleich große Reibung in dem Ziehloche erfahren mögen.

Je härter das Metall ist, desto mehr wächst der Widerstand, unter übrigens gleichen Umständen; daher ist ein durch Ziehen schon hartgewordener (hartgezogener) Draht schwerer zu ziehen, als ein durch Glühen erweichter (ausgeglühter). Man kann als Erfahrungs-Resultat und als Annäherung zur Wahrheit durchschnittlich annehmen, daß für gleich dicke Drähte und gleich große Ziehlöcher die Ziehungs-Widerstände in folgendem Verhältnisse stehen: Hartgezogener Stahldraht 100, hartgezogenes Eisen 88, hartgezogenes Messing 77, geglühtes 14karatiges Gold 73, geglühter Stahl 65, hartgezogenes Kupfer 58, geglühtes 12löthiges Silber 58, geglühtes 14löthiges Silber 54, geglühtes Messing 46, geglühtes Eisen 42, geglühtes Platin 38, geglühtes Kupfer 38, geglühtes feines Silber 34, Zink 34, geglühtes feines Gold 27, Zinn 11, Blei 4. Je größer die Differenz zwischen den Durchmessern des Drahtes und des Ziehloches ist, desto mehr Metalltheile müssen, um die Verdünnung zu bewirken, aus ihrer Lage geschoben werden, und desto bedeutenderer Widerstand wird hieraus hervorgehen. Es scheint, daß man den Ziehungswiderstand der Größe der ringförmigen Fläche direct proportional setzen kann, um welche der Drahtquerschnitt beim Ziehen sich vermindert. Mit wachsender Geschwindigkeit des Ziehens nimmt der Widerstand zu, wenn alles Uebrige gleich ist; doch scheint die Geschwindigkeit erst dann sehr merklichen Einfluß zu gewinnen, wenn sie nicht mehr ganz gering, oder wenn der Draht von erheblicher Dicke ist. Die Gestalt der Ziehlöcher hat ohne Zweifel Einfluß auf die Größe des Widerstandes, und es ist vorauszusetzen, daß ein schlank konisches Loch, welches die Verdünnung des Drahtes mehr allmälig bewirkt, geringeren Widerstand hervorbringen wird, als ein solches von entgegengesetzter Beschaffenheit. Durch ein ganz zylindrisches Loch ohne kegelförmige Erweiterung, bei welchem also die Verdünnung unmittelbar beim Eintritte mit einem Male geschehen müßte, würde offenbar der Widerstand die größte

(der Abscherungsfestigkeit entsprechende) Höhe erreichen, wenn nicht ein solches Loch auf ganz andere Weise, nämlich durch Abschaben der Oberfläche, wirkte. Daß rauhe Löcher mehr Reibung, mithin mehr Gesammtwiderstand erzeugen als glatte, versteht sich von selbst.

Die Größe des Ziehungswiderstandes kann, nach Beobachtungen von Payen und von Egen, beim Ziehen von Eisendraht angenommen werden wie folgt:

Dicke des Drahtes nach dem Zuge, Millimeter	Widerstand, Kilogr. Payen	Egen
8,03	2573	— —
5,83	1310	— —
4,62	889	— —
3,65	585	— —
3,04	388	— —
2,56	—	— 182
2,31	—	— 115
2,07	—	— 70,5
1,95	180	— —
1,82	—	— 74,5
1,60	—	— 74,5
1,19	—	— 29,5
1,07	65	— —

Um die zwischen diesen Angaben herrschende große Verschiedenheit zu erklären, muß bemerkt werden, daß Payen's Zahlen für Drähte gelten, welche schon durch vorangegangenes Ziehen sehr hart geworden waren und durch jeden Zug eine Verdünnung im Verhältnisse der Drahtdicken von 1 : 0,873 erfuhren, während bei Egens Beobachtungen auf den Härtezustand der Drähte keine Rücksicht genommen zu sein scheint, und die Verdünnung zwischen 0,869 und 0,906 schwankte. — Nach Versuchen von Karmarsch ergab sich, daß von zwei Eisendrähten, die durch dasselbe Loch von 0,56 mm Durchmesser gezogen wurden, und dabei eine Verdünnung im Verhältnisse von 1 : 0,920 erlitten, der unmittelbar vorher ausgeglühte 5,4 kg, der bereits hartgezogene 11,5 kg Widerstand hervorbrachte.

2) Durch fortgesetztes Ziehen wird die Härte der meisten Metalle bedeutend vermehrt. Diese Zunahme ist am raschesten bei den ersten Zügen, welche ein unmittelbar vorher ausgeglühter Draht erleidet, und späterhin viel langsamer. Die ganz weichen Metalle (Zinn, Blei, auch Zink) nehmen gar nicht oder nicht in sehr merklichem Grade an Härte zu; mehr das Gold, Silber, Kupfer; am meisten die harten Metalle: Messing, Platin, Eisen.

3) Die nicht unbeträchtliche Vermehrung des spezifischen Gewichtes, welche durch das Ziehen entsteht, ist eine Folge der Zusammendrückung der Metalltheile; und da diese (mit sehr fühlbarer Erwärmung begleitete) Verdichtung auf eine gewisse Tiefe von der Oberfläche hinein am größten sein muß, weil die Oberfläche unmittelbar dem Drucke ausgesetzt ist, so haben dünne Drähte, bei denen die verdichtete Rinde einen verhältnißmäßig größeren Theil der ganzen Masse ausmacht, ein größeres spezifisches Gewicht als dicke.

4) Draht hat nicht nur überhaupt eine größere absolute Festigkeit als gegossenes oder geschmiedetes Metall derselben Art, weil durch das Ziehen eine der Festigkeit günstige Veränderung des Gefüges hervorgebracht wird, weil durch Verschiebung der Metalltheile beim Ziehen eine innigere Mengung und größere Gleichförmigkeit der Masse eintritt, endlich, weil während des Ziehens die am wenigsten festen (z. B. unganzen) Stellen von Zeit zu Zeit abreißen, und zuletzt nur der beste Theil des Materials im Drahte übrig bleibt (daher der geringe Material-Aufwand bei Drahtbrücken, verglichen mit Kettenbrücken), sondern es steigt auch seine Festigkeit, je öfter der Draht gezogen wird (also je feiner er ist).

Hiervon ist offenbar der Umstand, daß bei dünnen Drähten die, durch das Ziehen hauptsächlich veränderte, äußerste Kruste einen größeren Theil der ganzen Masse ausmacht, eine vorzügliche, wo nicht die wesentlichste Ursache. Es zerriß z. B. ein Eisendraht von 0,975 mm Dicke durch ein Gewicht von 62 kg, ein anderer von 0,265 mm aber durch 6,35 kg, obschon der letztere, nach dem Verhältnisse seiner Dicke, schon bei 4,5 kg hätte zerreißen müssen, wenn seine Festigkeit nur jener des dickeren Drahtes gleich gewesen wäre. Am größten ist das Anwachsen der Festigkeit, wenn man es an schon hartgezogenen Drähten unter übrigens gleichen Umständen untersucht, bei Eisen und Stahl; die anderen Metalle

folgen darauf ungefähr in nachstehender Ordnung: Argentan, 12löthiges Silber, Messing, Platin, feines Gold, feines Silber, Kupfer, 14karatiges Gold. Etwas abweichend ist das Verhalten der Metalle bei den Zügen, welche mit den durch Ausglühen weich gemachten Drähten unmittelbar nach der Glühung vorgenommen werden. So nimmt bei diesen ersten Zügen Messingdraht merklich schneller an Festigkeit zu, als Eisendraht, während es späterhin gerade umgekehrt ist. Bei den weichen Metallen, deren Härte durch das Ziehen nicht bedeutend wächst, nämlich Zink, Zinn und Blei, ist auch die Zunahme der Festigkeit sehr unbedeutend oder auch gar nicht vorhanden. Mit der Zunahme der absoluten Festigkeit ist keineswegs eine entsprechende Vermehrung der relativen Festigkeit verknüpft; vielmehr nimmt letztere bei lange fortgesetztem Ziehen oft auffallend ab, und sehr hart gezogene Drähte z. B. von Stahl und von 14karatigem Golde brechen endlich bei geringer Biegung wie Glas ab. Dieser Umstand ist eine Hauptursache, daß die Drähte von Zeit zu Zeit geglüht werden müssen, indem der Zug, wenn er nicht ganz genau in der Richtung der Achse des Loches stattfindet, mehr ein Abbrechen als ein Abreißen der hartgewordenen Drähte herbeiführt.

Nach dem Obigen ist es unmöglich, für die Berechnung der Zerreißungsfestigkeit von Drähten verschiedener Dicke aus demselben Metalle einen allgemein gültigen Koeffizienten (z. B. die Festigkeit für 1 □ mm) aufzustellen, selbst wenn von der verschiedenen Güte des Metalles an sich abgesehen werden könnte. Man muß sich vielmehr die Festigkeit $= f$ kg eines Drahtes von d mm Durchmesser zusammengesetzt denken aus einem Theile, welcher der Querschnittsfläche oder dem Quadrate des Durchmessers proportional ist, und einem Theile, welcher im Verhältnisse des unmittelbar der Wirkung des Zieheisens ausgesetzten Umfanges oder der ersten Potenz des Durchmessers steht. Es wird sonach $f = \alpha d^2 + \beta d$ zu setzen sein, in welcher Formel α und β aus der Erfahrung abzuleitende Koeffizienten sind. Setzt man $d = 1$, so wird $f = \alpha + \beta$, womit die Zerreißungsfestigkeit eines Drahtes von 1 mm Dicke in Kilogrammen ausgedrückt wird. Nach vorliegenden Versuchen können für α und β die in folgender Tabelle aufgeführten Werthe angenommen werden:

Arten der Drähte:	Ungeglüht			Geglüht		
	α	β	$\alpha + \beta$ oder Festigkeit bei 1 mm Dicke.	α	β	$\alpha + \beta$ oder Festigkeit bei 1 mm Dicke.
Gold, 14karatig (0,583 fein) .	62,5	11,5	74	48	7	55
Stahl	50	21	71	45	3	48
Eisen, Klaviersaiten	50	18	68	34	5	39
„ beste gewöhnliche Drähte	50	12,5	62,5	26	3	29
„ gute „ „	46	11,5	57,5	—	—	—
„ gewöhnliche Drähte .	36	18	54	22,5	5	27,5
Neusilber (Argentan) . . .	36,5	21	57,5	36,5	3,5	40
Silber, 12löthig (0,750 fein) .	39,5	16,5	56	25,5	8	33,5
Messing, gewöhnliche Drähte .	43	8	51	22,5	5,5	28
„ Klaviersaiten . . .	39,5	5,5	45	27,5	2	29,5
Kupfer	27,5	7,5	35	18,5	0	18,5
Platin	17,5	9,5	27	14,5	7,5	22
Silber, fein	19	7,5	26,5	13	1,5	14,5
Gold, fein	14,5	5	19,5	12	1,5	13,5
Zink	10	1,75	11,75	—	—	—
Blei	1,9	0	1,9	—	—	—
bis . .	1,25	0	1,25	—	—	—
„ durchschnittlich:						
„ hartes	1,75	0	1,75	—	—	—
„ weiches	1,35	0	1,35	—	—	—

5) Wenn ein Draht durch das Loch, aus welchem er eben hervorgegangen ist, zum zweiten Male gezogen wird, so ist dazu im Allgemeinen ein größerer Kraftaufwand nöthig als der, welcher bloß zur Ueberwindung der Reibung erforderlich wäre. Die Ursache liegt darin, daß die durch Zusammendrückung einander genäherten Metalltheile sich in gewissem Grade wieder von einander entfernen, sobald nach Aufhören des Druckes die Elastizität

freies Spiel hat. Der Durchmesser des Drahtes ist hiernach ein wenig größer, als der Durchmesser des Ziehloches, durch welches der Draht zuletzt gegangen ist, wenn nicht die Nachstreckung vor dem Zieheisen (s. unten, 6) diese Verdickung wieder aufhebt.

Bei den harten und sehr elastischen Metallen zeigt sich der bedeutende Widerstand beim zweiten Ziehen am auffallendsten; dagegen bei den weichsten (Zinn, Blei, fein Gold) gar nicht. Nach Versuchen betrug die zum zweiten Durchziehen des Drahtes erforderliche Kraft unter gleichen Umständen durchschnittlich bei Kupfer $^{10}/_{32}$, bei Messing $^{10}/_{26}$, bei Eisen $^{10}/_{22}$ desjenigen Widerstandes, der beim ersten Durchziehen stattgefunden hatte. Dieses Resultat muß jedoch sehr veränderlich sein, je nachdem die Dicke des Drahtes vor dem ersten Zuge, und folglich der Widerstand beim ersten Zuge verschieden war. Es ist bemerkenswerth, daß die Wieder-Ausdehnung des Drahtes durch seine Elastizität lange Zeit fortdauert, sodaß die Dicke nach einem Monate größer gefunden wird, als unmittelbar nach dem Ziehen. Auf dieser langsamen Bewegung der kleinsten Theile beruht auch die Erscheinung, daß ein durch das Ziehen krumm gewordener Draht, den man sorgfältig geradegerichtet hat, nach ein paar Tagen sich von Neuem krümmt.

6) Wenn ein Draht durch ein Loch gezogen wird, in welchem er einen erheblichen Widerstand leidet, so muß vermöge der stattfindenden Anspannung der schon durchgegangene Theil noch eine Nachstreckung (nachträgliche Verlängerung) erleiden, welche desto größer sein wird, je weicher das Metall, je größer der Ziehungswiderstand und je länger das durchgezogene Drahtstück ist. Steigt diese Dehnung über die von der Elastizität des Metalles gestattete Grenze, so tritt eine bleibende Verlängerung und wohl selbst das Abreißen des Drahtes ein. Die bleibende Verlängerung ist zum Theil von einer Verdünnung des Drahtes begleitet, zum Theil eine Folge von größerer gegenseitiger Entfernung der Metalltheile in der Längenrichtung.

Die Verringerung des Durchmessers durch die Nachstreckung kommt nicht an allen Stellen gleich stark zum Vorscheine, indem eine ungleichförmige Beschaffenheit des Metalles eine ungleiche Dehnung verschiedener Theile veranlassen muß, und die Dehnung in der Mitte des Drahtes (zwischen dem Zieheisen und dem festgehaltenen Anfangspunkte) am beträchtlichsten stattfindet. In Folge der Nachstreckung sind daher Drähte aus verschiedenen Metallen, die man durch das nämliche Loch gezogen hat, nicht von einerlei Durchmesser (weiche Metalle dünner als harte), und derselbe Draht kann in verschiedenen Theilen seiner Länge eine merklich ungleiche Dicke haben.

7) Das Glühen der hartgezogenen Drähte bringt sehr merkwürdige Veränderungen in denselben hervor, indem durch die Hitze das Metall so erweicht wird, daß seine kleinsten Theilchen eine Beweglichkeit erlangen, vermöge welcher sie mehr oder weniger die durch das Ziehen ihnen gewaltsam aufgedrungene Lage wieder verlassen. Das Glühen bewirkt nämlich:

a. Das Verschwinden der durch das Ziehen hervorgebrachten Härte und Sprödigkeit.

b. Eine sehr beträchtliche Verminderung der absoluten Festigkeit. — Im Allgemeinen beträgt die Festigkeit eines Drahtes nach dem Glühen nur noch $^2/_5$ bis $^4/_5$ der Festigkeit vor dem Glühen (im hartgezogenen Zustande); durchschnittlich bei Eisen $^1/_2$, bei Kupfer, Messing und 12löthigem Silber $^3/_5$, bei feinem Golde, 14karatigem Golde und Platin $^7/_{10}$; vergl. die Tabelle S. 196. Es versteht sich von selbst, daß Metalle, die wenig an Festigkeit durch das Ziehen gewinnen (4), auch einen kleineren Theil ihrer Festigkeit durch das Glühen einbüßen. Bei feinen Drähten, welche oft gezogen sind, daher viel an Festigkeit zugenommen haben, ist demnach der Verlust an Festigkeit durch die Glühung verhältnißmäßig größer, als bei dicken Drähten aus dem nämlichen Metalle. Wenn ein geglühter Draht von bekannter Festigkeit wieder hartgezogen wird, so verschwindet der hierdurch bewirkte Zuwachs an Festigkeit bei neuem Glühen zwar größtentheils, aber nicht ganz; vielmehr besitzt der Draht nach dem zweiten Glühen eine größere Festigkeit (mit Berücksichtigung seiner Dicke), als ihm nach dem ersten Glühen eigen war. Desgleichen, wenn ein schon hartgezogener dicker Draht und ein aus diesem durch ferneres Ziehen dargestellter dünnerer ausgeglüht werden, besitzt der letztere (verhältnißmäßig zu seiner Dicke) mehr Festigkeit als der erstere. So z. B. zerriß ein geglühter Messingdraht von 0,861 ^{mm} Dicke durch eine Kraft von 22 ^{kg}. Derselbe Draht, bis zu 0,362 ^{mm} verdünnt und abermals geglüht, wurde bei einer Belastung von 4,6 ^{kg} zerrissen, obschon er, im Verhältnisse seiner Dicke, nur eine zerreißende Kraft von 3,9 ^{kg} hätte erfordern sollen. Diese Erfahrungen beweisen, daß das Ziehen eine bleibende, d. h. durch Glühen nicht wegzuschaffende Vermehrung der Festigkeit bewirkt, welche ihren Grund ohne Zweifel in einer günstigen Veränderung der inneren Textur des Metalles hat. Diese bleibende Zunahme ist stets viel geringer, als jener Theil der Festigkeit, welcher durch das Glühen verschwindet; je öfter

aber ein Draht gezogen wird, desto beträchtlicher wird die bleibende Zunahme, verglichen mit der verschwindenden. —

c. Eine Verkürzung, und dagegen eine Zunahme der Dicke. — Das Glühen hebt nämlich den bloß durch Zusammendrückung beim Ziehen entstandenen Theil der Verdünnung, sowie (mehr oder minder) die von der Nachstreckung (6) herrührende Verlängerung wieder auf. Bei Eisendraht beträgt erfahrungsgemäß die Zunahme an Dicke durch das Ausglühen durchschnittlich $^1/_{88}$, bei Messing $^1/_{35}$, bei Kupfer sogar $^1/_{23}$, weil die weichen Metalle sich mehr zusammendrücken, als die harten. Die durch das Ausglühen eintretende Verkürzung der Drähte ist sehr gering; man hat sie für Eisendraht = $^1/_{6300}$ bis $^1/_{1740}$, für Messingdraht $^1/_{7650}$ bis $^1/_{1460}$ gefunden.

d. Eine Abnahme des spezifischen Gewichtes, welche, im Durchschnitte, bei Eisendraht $^1/_{130}$, bei Messingdraht $^1/_{160}$, bei Kupferdraht $^1/_{37}$ beträgt, und durch die Vergrößerung der Dicke genügend erklärt wird.

Für den praktischen Betrieb des Drahtziehens sind mehrere Umstände von Wichtigkeit. Dahin gehört zunächst die Geschwindigkeit des Drahtes bei seinem Durchgange durch die Ziehlöcher. Diese darf weder zu klein sein, weil dann die Produktion zu gering ausfällt, noch zu groß, weil dann nicht die nöthige Zeit zur neuen Anordnung der Metalltheile gelassen ist, der Draht stecken bleibt und abreißt. Harte Metalle und dicke Drähte erfordern daher die geringste Geschwindigkeit. Eisen- und Messingdrähte von ungefähr 6mm Dicke können zweckmäßig mit 250 bis 300mm, solche von 2mm mit 750 bis 900mm, von 1mm mit 1,25 bis 1,5m in der Sekunde gezogen werden; bei sehr feinen Drähten, besonders aus weichen (aber festen) Metallen, als Kupfer, Silber, kann die Geschwindigkeit noch höher steigen. Uebrigens hängt die Geschwindigkeit auch wesentlich von dem Grade der Verdünnung ab, welche der Draht im Ziehloche erfährt; denn je mehr der Durchmesser des Drahtes jenen des Loches übertrifft, desto weniger leicht erfolgt die nöthige Verschiebung der Metalltheile, desto mehr Zeit erfordert sie, und desto kleiner muß also die Geschwindigkeit sein.

Das Verhältniß der Durchmesser zweier auf einander folgender Ziehlöcher wird bedingt: a. durch die Abstufungen der Feinheit des Drahtes, welche im Handel begehrt sind; b. durch die Ziehbarkeit der Metalle. In letzterer Beziehung muß berücksichtigt werden, daß eine größere Abstufung der Löcher einen größeren Widerstand zur Folge hat, und daß man diesen Widerstand nie so weit anwachsen lassen darf, daß der Draht zu leicht in Gefahr kommt, abzureißen. So viel ist klar, daß die Metalle einen größeren Unterschied der Ziehlöcher desto leichter ertragen, je größer ihre absolute Festigkeit und zugleich ihre Weichheit ist. Diese Eigenschaften schließen aber einander bis zu einem gewissen Grade aus, indem die weichsten Metalle auch zugleich die am leichtesten zerreißbaren sind. Es giebt daher nur wenige Metalle, welche eine große Festigkeit mit nicht zu großer Härte vereinigen, und diese haben die größte Ziehbarkeit, d. h. sie ertragen die größte Verdünnung auf einen Zug, oder sind, bei gleichem Grade der Verdünnung, am wenigsten der Gefahr des Abreißens unterworfen. Die Härte der Metalle wird, vergleichungsweise und für diesen Zweck genau genug, durch die Größe des Widerstandes ausgedrückt, den gleich dicke Drähte, durch das nämliche Loch gezogen, leisten.

In der folgenden Tabelle sind, nach einer Reihe von Versuchen unter übereinstimmenden Umständen, die Ziehungs-Widerstände für verschiedene Metalle angegeben. Daneben sind die absoluten Festigkeiten der nämlichen Drähte gestellt. Dividirt man die letzteren Zahlen durch die ersteren, so erhält man einen Quotienten, der den Ausdruck für die Größe der Ziehbarkeit (in obigem Sinne) darstellt, weil diese Eigenschaft im geraden Verhältnisse der Festigkeit und im umgekehrten Verhältnisse der Härte wächst.

	Ziehungs-Widerstand, Kilogr.	Absolute Festigkeit, Kilogr.	Quotient (Ziehbarkeit).
Eisen, geglüht	5,5	22,5	4,1
Stahl, desgleichen	8,5	34,5	4,1
Messing, desgl.	6	18	3,0
14karat. Gold, desgl. . . .	9,5	26,5	2,8

	Ziehungs-Widerstand, Kilogr.	Absolute Festigkeit, Kilogr.	Quotient (Ziehbarkeit).
Eisen, hartgezogen	11,5	30	2,6
Messing, desgl.	10	25,5	2,5
Kupfer, desgl.	7,5	19	2,5
Stahl, desgl.	13	31,5	2,4
Kupfer, geglüht	5	12	2,4
12löth. Silber, desgl. . . .	7,5	17,5	2,3
Platin, desgl.	5	11,5	2,3
fein Gold, desgl.	3,5	7,5	2,1
fein Silber, desgl.	4,5	9,5	2,1
Zink	4,3	8,8	2,1
Blei	0,56	1,0	1,8
Zinn	1,5	1,8	1,2

Diese Reihenfolge wird durch die Erfahrung, soweit letztere reicht, bestätigt. Man sieht daraus, daß die Ziehbarkeit des Stahles und des Eisens sehr bedeutend (von 4,1 auf 2,4 und 2,6), die des Messings aber viel weniger (von 3,0 auf 2,5) abnimmt, wenn diese Metalle anhaltend gezogen (und dadurch mit größerer Härte begabt) werden; ferner daß die Ziehbarkeit des Kupfers ziemlich unverändert bleibt. Dem Kupfer gleich verhalten sich das feine Gold und Silber; dagegen nehmen 12löthiges Silber und 14karatiges Gold durch das Hartziehen bedeutend an Ziehbarkeit ab. Hierdurch entsteht die Nothwendigkeit, Eisen, Stahl, Messing, stark legirtes Silber und Gold nach mehreren Zügen immer wieder auszuglühen, während dies bei Kupfer, feinem Silber und feinem Golde weniger oder nicht erforderlich ist.

Die Erfahrung hat noch keine Daten geliefert, woraus zu ersehen wäre, wie weit im äußersten Falle die Verdünnung der verschiedenen Metalle durch ein einziges Ziehloch getrieben werden könnte. Die Kenntniß dieses Umstandes würde übrigens nur von theoretischem Interesse sein, da die oben angegebenen Rücksichten nothwendig machen, daß man stets von der größten möglichen Verdünnung weit entfernt bleibe. Demzufolge richtet man die Zieheisen so ein, daß jedes Loch nicht weniger als 0,85 bis 0,97 des unmittelbar vorhergehenden im Durchmesser hat. Als Gesammt-Durchschnittszahl kann man 0,90 annehmen. In der Regel aber ist dieser Bruch, welchen wir den Verdünnungsfaktor nennen, größer bei dicken, und kleiner bei dünnen Drähten. Dies bewirkt, daß die Sprünge von einer Drahtnummer zur folgenden bei dicken Drähten nicht zu groß, bei feinen nicht zu klein werden, wie es der Fall sein würde, wenn man durch die ganze Reihe den nämlichen Verdünnungsfaktor beibehielte. — Nennt man n die Anzahl Nummern oder Sorten in einem Sortimente, D die Dicke der gröbsten und d die Dicke der feinsten Nummer (beide in Millimetern), so gibt der Ausdruck

$$p = \sqrt[n-1]{\frac{d}{D}}$$

den **durchschnittlichen** Verdünnungsfaktor, aus dessen Größe man ein Urtheil über die Feinheit der Dickenabstufungen des Sortimentes im Ganzen betrachtet, herleiten kann. Um von den hierin vorkommenden Verschiedenheiten einen Begriff zu geben, diene folgende Zusammenstellung von Drahtsortimenten, welche zugleich über den Umfang der Sortimente und die gebräuchlichen Drahtstärken Auskunft verschafft.

Draht-Gattungen	Anzahl der Nummern n	Dicke in Mill.		Durchschnittl. Verdünnungs-Faktor p
		gröbste Nummer D	feinste Nummer d	
Eisendrähte, gewöhnliche	40	11,53	0,10	0,886
" "	25	7,00	0,40	0,888
" "	44	11,68	0,08	0,891
" "	36	6,60	0,13	0,894
" "	31	10,90	0,52	0,903
" "	36	9,40	0,28	0,904
" "	42	8,10	0,20	0,913
" "	54	18,20	0,18	0,915
" Klaviersaiten	15	0,80	0,15	0,887
" "	17	1,32	0,21	0,891
" "	29	1,12	0,31	0,955
" Kratzendrähte	23	1,00	0,37	0,956
" "	23	0,52	0,22	0,962
" Seildrähte	17	6.25	1,07	0,896
Stahldrähte, gewöhnliche	36	7,49	0,18	0,899
" für Uhrmacher ꝛc. . .	114	12,55	0,33	0,968
" " " " . . .	106	10,49	0,47	0,971
" Klaviersaiten	20	1,47	0,38	0,931
" "	15	1,07	0,46	0,941
" "	14	1,43	0,66	0,942
" Nadeldrähte	24	1,22	0,10	0,898
" Uhrfederdrähte . . .	16	1,75	0,89	0,956
Messing- und Kupferdrähte . . .	26	5,60	0,40	0,900
" " "	62	21,90	0,21	0,927
" " "	62	18,80	0,19	0,927
" " "	55	16,60	0,40	0,933
Messingene Klaviersaiten	31	1,11	0,25	0,951
Tombak-, Kupfer-, Argentan-Drähte .	36	7,40	0,23	0,905
Zementirte Drähte	25	0,59	0,12	0,935
Versilberte Kupferdrähte	21	2,89	0,12	0,853
Echte Silberdrähte	10	0,26	0,05	0,833
" "	13	0,41	0,05	0,839
" "	20	0,28	0,04	0,901

Der durchschnittliche Verdünnungs-Faktor würde seine Anwendung finden, wenn der Faktor für alle Intervalle des Sortimentes gleich wäre. Da dies nach Obigem nicht der Fall sein soll, so werden am richtigsten die Faktoren einer Nummernreihe derart zu bestimmen sein, daß sie eine geometrische Progression bilden, d. h. jeder folgende durch die Multiplikation des vorhergehenden mit einer gewissen — für das ganze Sortiment gleich bleibenden — Zahl z entsteht. Haben n, D und d die ihnen oben beigelegte Bedeutung, so ist demnach zu setzen:

$$\frac{d}{D} = p^{n-1} \cdot z^{\frac{n^2-3n}{2}+1}$$

worin z willkürlich genommen wird, daher sich ergibt:

$$p = \sqrt[n-1]{\frac{d}{D \cdot z^{\frac{n^2-3n}{2}+1}}}$$

Wenn man mit den praktisch bewährten Ordnungen übrigens im Einklange bleiben will, erscheint als zweckmäßigster Werth für z der Bruch 0,998 und es ist folglich jeder Verdünnungsfaktor um $^1/_{500}$ kleiner zu nehmen als der unmittelbar vorhergehende. Der Faktor zwischen der dicksten Drahtnummer und der zweiten ist danach $= p$; zwischen

Nr. 2 und 3 = $0{,}998.p$; zwischen Nr. 3 und 4 = $0{,}998^2.p$; dann sofort: $0{,}998^3.p$ — $0{,}998^4.p$ — $0{,}998^5.p$ u. s. w. bis bei n Nummern des Sortimentes der letzte Faktor = $0{,}998^{n-2}.p$ wird. Beispielsweise auf das in obiger Tabelle zuerst aufgeführte (englische) Eisendraht-Sortiment von 40 Nummern angewendet, ergibt diese Berechnung $p = 0{,}9197$ und $0{,}998^{38}.p = 0{,}8523$.

Die vom Verein deutscher Ingenieure i. J. 1867 vorgeschlagene (jedoch wieder aufgegebene) Normallehre[1]) umfaßt 50 Nummern (darunter 10 Nullnummern) von 18,3 bis 0,05 mm mit einem durchschnittlichen Verdünnungsfaktor von 0,887 (0,80 bis 0,93); nach dieser Lehre entspricht z. B. der

Nummer	die Drahtdicke
10/0	18,257
0	8,871
10	3,343
20	1,029
30	0,257
40	0,051

Auch ist der Vorschlag gemacht worden[2]), eine allgemeine (internationale) Drahtlehre so zu konstruiren, daß aus der Nummer die betreffende Dicke des Drahtes in Millimeter sofort (nämlich durch Division mit 10) zu berechnen ist, also z. B. zu bezeichnen mit

Nr.	Draht von der Dicke
100	10 mm
50	5 "
10	1 "
5	0,5 "
2	0,2 "

Diese Lehre ist von den österreichischen und deutschen Drahtfabrikanten seit 1874 als Normallehre eingeführt worden.

Man weiß, daß, je feiner die Abstufung der Löcher ist, die Metalle desto weniger an Zähigkeit einbüßen und desto mehr an Elastizität gewinnen; daher zieht man Stahl, Eisen und Messing, um sie auf einen gewissen Grad zu verfeinern, lieber durch viele und wenig von einander verschiedene Löcher, als durch wenige und stark abgestufte, besonders wenn die Drähte zu Saiten bestimmt sind.

Um beim Gebrauche der Zieheisen zu erforschen, ob ein an die Reihe kommendes Loch, verglichen mit dem vorhergegangenen, den gehörigen Durchmesser habe, mißt man entweder: a. das Loch selbst, mittelst eines hineingeschobenen schlank keilförmig gestalteten und mit Theilung versehenen Eisenblech-Streifens; oder b. die Dicke eines zur Probe durchgezogenen Drahtendes, mittelst der Drahtklinke; oder c. die Verlängerung, welche ein vorher gemessenes Drahtstück beim Durchgange erleidet, woraus auf die Verdünnung geschlossen werden kann. Man wendet diese letztere Methode besonders bei den feinsten Drähten an, bei welchen die genaue Messung der Dicke schon Schwierigkeiten hat oder weitläufig ist; und bedient sich dazu eines staffelartig eingeschnittenen Bleches, auf welchem die Länge, die man vor dem Ziehen an dem Drahte abmißt, neben derjenigen, welche er nach dem Zuge haben soll, durch die Einschnitte angegeben ist (Zängelmaß der Golddrahtzieher). Bei einem Verhältnisse der Ziehlöcher wie 1 : 0,9 ist das Verhältniß der Drahtlängen wie 1 : 1,23 und die Verlängerung = 0,23 oder beinahe ein Viertel.

Die zum Drahtziehen angewendete Kraft ist bald die von Menschen oder Thieren, bald jene des Wassers oder einer Dampfmaschine. Die Vorrichtungen, durch welche der Zug unmittelbar bewirkt wird, sind von verschiedener Art, müssen aber immer so viel wie möglich dergestalt beschaffen sein, daß die Geschwindigkeit des Drahtes gleichförmig bleibt und der Zug unveränderlich in der Achsen-Richtung des Ziehloches stattfindet. Ein schiefer Zug drückt den Draht stärker gegen eine Seite des Loches, krümmt ihn stark durch die ungleiche Ausdehnung der entgegengesetzten Seiten, befördert das Abreißen und schleift das Loch unregelmäßig aus, sodaß es seine runde Gestalt verliert. Um die Reibung des Drahtes in den Ziehlöchern zu vermindern, schmiert man denselben mit Oel, Talg oder Wachs. Das Drahtziehen aus freier Hand mit einer Zange ist nur für kurze Stücke dünnen Drahtes anwendbar und

[1]) Ztschr. d. Ing. 1867, S. 571.
[2]) Ztschr. d. Ing. 1873, S. 164; 1874, S. 105.

beschränkt sich daher auf wenige Fälle, welche in Metallarbeiter-Werkstätten hin und wieder vorkommen. Der fabrikative Betrieb verlangt Maschinen, welche theils auf leichtere Ueberwindung des Widerstandes, theils auf Vermehrung der Geschwindigkeit berechnet sind.

So lange der Draht eine beträchtliche Dicke besitzt, wird er mittelst Zangen (pince, tenaille, *plyer*) gezogen. Die Zange, welche den Draht dicht vor dem Zieheisen gefaßt hat, entfernt sich von letzterem in gerader Linie und bewirkt somit das Durchziehen. Man unterscheidet 1. Stoßzangen, welche den Draht auf eine kurze Strecke fortziehen, dann schnell nach dem Zieheisen zurückkehren, ihn neuerdings auf eine gleiche Länge durchziehen, u. s. f. Die Länge eines Zuges (die Entfernung innerhalb welcher die Zange sich ununterbrochen vor- und rückwärts bewegt) ist hierbei 0,15 bis 1 m — weniger bei dicken Drähten, mehr bei dünnen. 2. Schleppzangen, welche den Draht nur ein Mal (an der Spitze) fassen und die ganze Länge desselben ohne Unterbrechung durch das Eisen ziehen. Der Weg der Zange beträgt hier 1,5 bis 10 m oder mehr. Womöglich richtet man es so ein, daß nie längere Drahtstücke vorkommen, als die Länge des Zuges beträgt; doch geschieht es auch bei kurzen Schleppzangen-Ziehbänken, daß man, um längere Drähte zu ziehen, die Zange, wenn sie ihren Weg zurückgelegt hat, wieder an das Zieheisen führt und die Bewegung ein oder einige Mal wiederholt.

Die Stoßzangen erfordern wenig Raum, haben aber mehrfache Nachtheile, um derentwillen sie jetzt wohl gänzlich aus der Drahtfabrikation verschwunden sind: a. sie bringen, wegen des abwechselnden Widerstandes, einen ungleichförmigen, stoßweisen Gang der Antriebwelle hervor; b. sie verursachen Zeitverlust durch die oftmalige Wiederkehr nach dem Zieheisen; c. sie hinterlassen Eindrücke (Zangenbisse) auf dem Drahte, welche dessen Glätte und Rundung Eintrag thun und auch für die innere Beschaffenheit von üblen Folgen sind, indem das (an den Angriffspunkten der Zange zusammengedrückte, zwischen denselben durch die Nachstreckung ausgedehnte) Metall ungleiche Dichtigkeit erhält, und die ziemlich tiefen Eindrücke beim fortgesetzten Ziehen leicht Veranlassung zum Abreißen des Drahtes, auch zu Schiefern oder unganzen Stellen werden. Mit der Stoßzange gezogene Drähte sind wegen dieser fehlerhaften Beschaffenheit nicht zu Saiten und überhaupt zu solchen Anwendungen geeignet, wobei sie stark gespannt, gebogen oder zusammengedreht werden müssen. Die Schleppzangen verlangen einen großen Raum zu ihrer Thätigkeit, aber sie gewähren den Vortheil einer gleichmäßigen Bewegung und verderben den Draht gar nicht, oder höchstens an wenigen, weit aus einander liegenden Stellen durch Zangenbisse. Indessen taugen sie nicht zum Ziehen harter, im Innern ziemlich ungleichförmiger Metalle (wie das Eisen), weil diese, sehr lang ausgezogen, zu leicht abreißen. Dagegen werden sie bei Drähten, welche mit einer dünnen Bekleidung eines anderen Metalles (z. B. Gold oder Silber) versehen sind, unentbehrlich, weil die Bisse einer Stoßzange den Ueberzug verderben würden.

Zangen überhaupt können nur so lange angewendet werden, als der Draht noch eine gewisse Dicke hat, weil die größere Länge dünner Drähte selbst bei einer Schleppzange hinderlich wäre, die Zangenbisse der Stoßzangen aber dem dünnen Drahte weit nachtheiliger sind, als dem dicken, und weil den Zangen nicht wohl ohne Unbequemlichkeit oder Kraftverschwendung diejenige große Geschwindigkeit ertheilt werden könnte, welche dünne Drähte gestatten. Aus diesen Gründen ersetzt man sobald als möglich die Zange durch sogenannte Ziehscheiben (Scheiben, Leiern, Leierwerke), bei welchen das aus dem Zieheisen mittelst einer Zange hervorgezogene Ende des Drahtes an dem Umkreise eines Zylinders (der Scheibe) befestigt, und durch das Umdrehen des letzteren der Draht gleichzeitig gezogen und in Form eines Ringes aufgewickelt wird, sodaß stets nur ein kurzes Stück zwischen der Scheibe und dem Zieheisen frei ausgespannt ist. Auf sehr dicke Drähte kann die Anwendung der Scheiben nicht ausgedehnt werden, weil diese Drähte nicht die erforderliche Länge haben und weil sie der zur Aufwicklung nöthigen Biegung einen zu großen Widerstand entgegensetzen. Im Allgemeinen können daher weiche Metalle bei größerer Dicke auf Scheiben gezogen werden; jederzeit aber muß es das Ziel einer verständigen Drahtfabrikation sein, den Gebrauch der Scheiben möglichst auch auf dicke Drahtsorten zu erstrecken. Kupfer- und Messingdrähte können bei hinlänglicher Betriebskraft schon

mit 8 bis 10 mm Dicke auf die Scheiben gebracht werden, Eisendrähte wenigstens mit 5 bis 7 mm.

Die maschinelle Einrichtung zum Ziehen des Drahtes führt im Allgemeinen den Namen Ziehbank (Drahtziehbank), weil der Haupttheil des Gestelles eine bankähnliche Gestalt besitzt; sie ist nach Vorstehendem entweder Zangenziehbank oder Scheibenziehbank.

Die Stoßzangen-Ziehbänke hat man sonst bei Verfertigung der dicken Eisen-, Messing- und Kupferdrähte auf den Drahtmühlen (tréfilerie, *wire mill*) gebraucht. Die Bank ist horizontal, oder gegen das, an einem Ende derselben aufgestellte, Zieheisen geneigt; die Zange ist auf einem Schieber angebracht, der auf der Bank vor- und rückwärts gleitet und durch einen einfachen Mechanismus (meist mittelst einer Zugstange, eines Hebels und einer Daumenwelle) in diese abwechselnde Bewegung versetzt wird. Die Verbindung der Zange mit dem Schieber und mit dem Bewegungs-Mechanismus ist von der Art, daß die Zange dicht vor dem Zieheisen sich schließt, um den Draht kräftig zu fassen, am Ende des Auszuges aber von selbst sich öffnet und den Draht losläßt, bevor sie wieder gegen das Zieheisen hingeschoben wird. Die erwähnte Neigung der Bank dient, diese Rückkehr der Zange zu erleichtern. Die Bewegung wird durch Wasserkraft hervorgebracht.

Bei der Schleppzangen-Ziehbank (banc à tirer, argue, *draw bench*) ist das Zieheisen ebenfalls an einem Ende der Bank aufgestellt. Die Zange (main) schleift entweder unmittelbar auf der Bank oder liegt auf einem eisernen Wagen mit Rädern. Durch einen um ihre langen Schenkel gelegten Ring (chaînon) oder auf andere Weise[1]) wird sie zusammengedrückt. Ein Seil, ein Riemen, ein Gurt (sangle) oder eine Kette ist einerseits mit der Zange, andererseits mit einer horizontal liegenden (zuweilen aber aufrecht stehenden) Welle oder Walze am anderen Ende der Ziehbank verbunden. Durch Umdrehung dieser Walze (theils mittelst eines Haspels von Pferde- oder Menschenkraft, theils mittelst Rad, Getriebe und Kurbel) wickelt sich das Seil auf und zieht die Zange, also den Draht, nach sich. Oft bringt man das Seil dergestalt an, daß ein Ende desselben, wie sonst, an der Walze, das zweite aber auf der Ziehbank, in der Nähe der Walze, befestigt wird. Es läuft dann, von seinem Befestigungspunkte auf der Bank aus, längs der letzteren hin, umschlingt eine mit der Zange verbundene bewegliche Rolle und kehrt hierauf, parallel mit seinem vorigen Laufe, zurück, um die Walze zu erreichen. Man erspart bei dieser Anordnung die Hälfte der Zugkraft, erlangt aber auch nur eine Geschwindigkeit des Drahtes, welche die Hälfte von der Geschwindigkeit des Seiles ist. Für eine Auslösung, um die Zange leicht und schnell wieder an das Zieheisen zu befördern, kann auf verschiedene Weise gesorgt werden[2]). Seltener wird die Zange von einer langen eisernen gezahnten Stange, in welche ein durch eine Kurbel umgedrehtes Getriebe eingreift, bewegt (banc à cric).

Auf der Scheiben-Ziehbank (Leierbank, Rollenbank, filière à bobine) ist das Zieheisen in der Mitte angebracht; an einem Ende der Bank steht auf einer vertikalen Achse die (eiserne oder hölzerne) Scheibe oder Rolle (bobine, *drum*) von der Gestalt eines niedrigen Zylinders; an dem anderen Ende eine Art großer Spule (der Hut), worauf der Drahtring gelegt wird, dessen Anfang man mittelst einer Zange durch ein Loch des Zieheisens zieht und nach der Scheibe leitet, um ihn auf deren Umkreise zu befestigen. Die Umdrehung der Scheibe wird durch Wasser- oder Dampfkraft bewirkt (Wasserscheiben, Wasserleiern)[3]), indem ein Rad an der Antriebwelle in ein Rad an der Scheibenachse eingreift; bei kleinen Scheiben (Handscheiben, Handleiern) durch Menschenhand mittelst einer Kurbel oder mittelst eines Stockes, dessen Spitze man in ein Loch auf der oberen Basis der Scheibe einsetzt. Die Länge der Kurbel ist veränderlich, der Stock wird bald näher bald weniger nahe am Mittelpunkte eingesetzt, damit man für dickeren Draht durch einen größeren Hebel-

---

[1]) Mittheilungen, 5. Lief., 1835, S. 320. — Polyt. Journ., Bd. 55, S. 425.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 146, S. 408.
[3]) Brevets, XIX. 111. — Hütte, 1862, Taf. 17 a, b. — Polyt. Journ., Bd. 46, S. 408. — Polyt. Centr. 1857, S. 657; 1870, S. 865.

arm die nöthige Kraft, für dünnen durch einen kleineren Hebelarm eine vermehrte Geschwindigkeit erlangt. Der Durchmesser der Scheiben muß desto größer sein, je dicker der Draht ist und je schwieriger er also, vermöge seiner Steifheit, eine Krümmung annimmt. Dagegen nimmt die Geschwindigkeit der Umdrehung zu in dem Maße, wie sie kleiner werden. Große Scheiben ordnet man auch wohl so an, daß ihre Achse horizontal liegt.

Durch eine besondere Vorrichtung an den Wasserleiern für feine Drähte kann bewirkt werden, daß die Scheibe von selbst in Stillstand kommt, sobald durch Verwirrung des Drahtes auf dem Hute das regelmäßige Ablaufen verhindert und Gefahr des Abreißens herbeigeführt wird [1]).

Folgende (für den Eisendrahtzug geltende) Uebersicht gibt von den Verhältnissen der Scheiben, welche aber ziemlich veränderlich sind, einen Begriff.

Dicke des Drahtes Millim.	Geschwindigkeit des Zuges pro Sekunde, Millim.	Durchmesser der Scheibe, Millim.	Umdrehungen in einer Minute	Arbeitsverbrauch für jede Scheibe, Pferdestärken
8	200	550	7	7
6	290	500	11	5
5	350	450	15	4
4	400	370	21	$3^1/_4$
3	530	350	29	$2^2/_3$
2	800	270	56	2
1	1530	230	128	$1^1/_6$

Der Arbeitsverbrauch kann — wenn alle übrigen Verhältnisse wie vorstehend bleiben — für das Ziehen von Messingdraht auf $^7/_8$ und von Kupferdraht auf $^2/_3$ des angegebenen geschätzt werden. Die Zahlen sind besonders insofern schwankend, als sie in gewissem Grade von der zu Gebote stehenden Kraft abhängen. Eisendraht von 3 ^{mm} Stärke wird z. B. auch auf Scheiben von 600 ^{mm} Durchmesser gezogen, welche 24 Umgänge in 1 Minute machen, sodaß die Geschwindigkeit des Zuges 750 ^{mm} für die Sekunde beträgt. Andererseits lehrte eine Beobachtung beim Ziehen von 1,2 ^{mm} dickem Messingdraht, daß die 450 ^{mm} im Durchmesser haltende Scheibe 70 Umdrehungen pro Minute machte, woraus eine Geschwindigkeit = 1,65 ^{m} auf eine Sekunde folgt.

Die Gestalt, in welcher die Metalle dem Drahtzuge überliefert werden, muß der des Drahtes selbst möglichst nahe kommen. Für runden Draht sind demnach runde Stäbe oder Stangen am zweckmäßigsten; anders gestaltete (z. B. vierkantige) nehmen nicht nur, weil sie erst noch eine Formveränderung in den Ziehlöchern erleiden müssen, mehr Arbeit in Anspruch, sondern haben auch den Nachtheil, daß sich an den Kanten leicht Theile des Metalles beim Ziehen umlegen und dadurch Veranlassung zu unganzen und schiefrigen Stellen im Drahte geben. Wichtig ist ferner die Wahl des mechanischen Mittels, durch welches die Drahtstäbe hergestellt werden. Die Metalltheile erhalten durch das Drahtziehen eine gleichsam fadenförmige Anordnung, und je mehr schon das Gefüge der Stäbe sich jener Beschaffenheit nähert, desto besser und mit desto geringerer Gefahr des Abreißens geht das Ziehen vor sich. Das Abreißen des Drahtes aber, wenn es auch nie gänzlich zu vermeiden ist, soll doch möglichst selten vorfallen, weil es Zeitverlust verursacht und zur Entstehung vieler kurzen Stücke oder Enden Anlaß gibt, welche schwer oder gar nicht verkäuflich sind, da man im Handel fordert, daß ein Ring Draht (botte, torche, *ring*, *coil*) aus möglichst wenig Adern bestehe. (Außerordentliche Leistungen sind es gleichwohl, wenn z. B. von feinen Eisendrähten — 3400 bis 7000 ^{m} auf das Kilogramm — Ringe von 40000 bis 48000 ^{m} Fadenlänge in einer einzigen Ader produzirt wurden.) Unganze Stellen in den Drahtstäben sind, wenn auch klein, doch von bedeutendem Nachtheile, weil sie sich mit der Verlängerung des Drahtes sehr ausdehnen und zuletzt eine große Länge desselben schlecht oder unbrauchbar machen.

Die Verfertigung der Drahtstäbe kann geschehen: a. durch Schmieden (bei Stahl und Eisen). Diese Methode ist günstig für das Gefüge, nur ist die Herstellung runder

---

[1]) Brevets 1844, T. 13, p. 141.

Stäbe mit Weitläufigkeit verbunden, kostspielig, daher nicht gebräuchlich. — b. Durch Gießen und Abfeilen oder Abschaben (bei Messing und Tombak). Runde Stäbe können auf diese Weise leicht hergestellt werden; aber das krystallinische, mit geringerer Festigkeit verbundene Gefüge der Gußstäbe ist dem Drahtziehen nicht günstig und erfordert anfangs sehr gering abgestufte Ziehlöcher, um allmälig eine mehr faserige Struktur zu erzeugen. Da übrigens auch Stäbe von der genügenden Länge nur ziemlich dick gegossen werden können, so vermehren sie die Arbeit des Drahtzuges und den Arbeitsverbrauch bedeutend, weshalb man dieses Verfahren meist verlassen hat. — c. Durch Gießen und darauf folgendes Schmieden (bei Kupfer, Silber und Gold, als gießbaren Metallen, welche sich glühend hämmern lassen). Das Schmieden verändert das Gefüge auf eine vortheilhafte Weise und vermehrt die Zähigkeit. Unmittelbar vor dem Ziehen werden die Stäbe rundgefeilt. Wegen der unter b angegebenen Umstände wendet man diese Herstellungsart nur bei Kupferstäben an, welche mit Gold oder Silber, und bei Silberstäben, welche mit Gold überzogen werden, weil die nothwendige zarte Schicht des theureren Metalles nur hervorzubringen ist, wenn der Stab anfänglich eine bedeutende Dicke hat; desgleichen aus ähnlichem Grunde bei Kupferstäben, die vor dem Ziehen durch Zinkdämpfe oberflächlich in Messing oder Tombak verwandelt werden. — d. Durch Walzen (bei Eisen und Stahl). Diese allgemein übliche Methode ist, wie das Schmieden, vortheilhaft in Beziehung auf das Gefüge; runde Stäbe lassen sich in dem Stabwalzwerke überhaupt, und im Besondern von jeder für den Drahtzug geeigneten Dicke, viel leichter als unter dem Hammer darstellen. — e. Durch Zerschneiden von Blech oder dicken Platten. Im Kleinen schneidet man mit einer Handschere von Blech schmale Streifen ab, die man mit der Feile zurundet und dann zieht. Beim fabrikmäßigen Betriebe werden von gewalzten Platten oder Schienen ähnliche Streifen mittelst einer starken, vom Wasser bewegten Schere, vortheilhafter mittelst Schneidwalzen[1]) oder Sägen geschnitten (Eisen, Kupfer, Messing, Tombak, Argentan, Zink, Aluminium). Vor gegossenen und nicht nachgeschmiedeten Stäben haben die geschnittenen den Vorzug größerer Festigkeit und Zähigkeit; aber gegen geschmiedete oder gewalzte stehen sie in dieser Beziehung zurück. Außerdem legt sich der an den Schnittflächen unvermeidliche Grath (da ein Abfeilen desselben, der Kosten halber, in der Regel nicht ausführbar ist) beim Ziehen leicht um und verursacht Unganzheit und Spaltungen im Drahte. Uebrigens ist, nach dem Obigen, schon die vierkantige (und oft nicht ein Mal regelmäßig quadratische) Gestalt an sich nicht empfehlenswerth. Demungeachtet findet sich der Gebrauch geschnittener Stäbchen allgemein, weil dieselben mit geringen Kosten und in so schwachen Dimensionen zu verfertigen sind, daß sie des letzteren Umstandes wegen mit verhältnißmäßig wenig Arbeit in dünnen Draht ausgezogen werden können.

Die Anlage zu Façon-Draht geschieht nie in dicken Stäben, weil man solchen Draht nicht von bedeutender Dicke verfertigt. Man zieht daher entweder runden Draht oder schmale geschnittene Blechstreifen (wie es, nach der beabsichtigten Gestalt, zweckmäßiger ist) durch die verschiedentlich geformten Löcher, bis die Ausbildung und Verfeinerung genügend erfolgt ist. — Hier kann eines Verfahrens gedacht werden, die kleinen gefurchten (geriffelten) eisernen Streckwalzen zu Spinnmaschinen (Riffelwalzen) — welche sonst durch Ausshobeln der einzelnen Furchen erzeugt werden — vermittelst eines dem Drahtziehen ähnlichen Verfahrens darzustellen. Nachdem nämlich die Zylinder glatt rund abgedreht sind, werden auf einer Maschine nacheinander fünf stählerne, im Innern gekerbte Ringe darüber weggezogen, von welchen jeder folgende etwas tiefer schneidet als der vorhergehende. Durch den letzten Ring erhalten die Furchen völlig ihre richtige Form und Tiefe, worauf nur noch ein glatter Ring in gleicher Weise angewendet wird, der ihnen an allen Stellen mit höchster Genauigkeit den gleichen Durchmesser gibt[2]).

Die Drähte von Stahl, Eisen, Kupfer, Messing, Tombak, Argentan, Platin, Gold und Silber müssen von Zeit zu Zeit schwach roth geglüht (und vor der Fortsetzung des Ziehens wieder völlig abgekühlt) werden, um neuerdings die verlorene Weichheit zu erlangen. Am häufigsten ist das Glühen nöthig bei jenen Metallen, welche ihre Ziehbarkeit schnell vermindern, also bei Stahl, Eisen, Messing, Argentan, legirtem Golde und legirtem Silber; gutes zähes Kupfer, feines Silber und Gold erfordern nur ein seltenes, die letzteren beiden wohl auch gar kein Glühen. Je dünner die Drähte schon geworden sind, desto minder oft bedürfen sie des Glühens, theils

[1]) Kunst- und Gewerbeblatt 1821, S. 1.

[2]) Armengaud VII., 289. — Brevets 1844, T. 13, p. 34. — Polyt. Journ., Bd. 121, S. 89.

weil sie durch die Verfeinerung mehr Zähigkeit erlangt haben, theils weil bei dünnen Drähten schon die Erhitzung im Zieheisen das Hartwerden ganz oder wenigstens bis zu gewissem Grade verhindert. Sehr feine Drähte erfordern gar nicht mehr wirkliche Glühhitze, sondern nur eine starke Erwärmung, um völlig wieder weich zu werden.

Das Glühen der Drahtstäbe und Drähte geschieht entweder auf einem offenen Herd zwischen Kohlen, oder in der Schmiede-Esse, oder in **Glühöfen**. Die ersten beiden Arten sind unvortheilhaft durch großen Brennstoff-Aufwand und durch die von der Luft bewirkte starke Orydation (Glühspan-Bildung). Die Glühöfen, welche daher den Vorzug verdienen, sind Windöfen von verschiedener Bauart. Eisen- und Stahldrähte, welche am meisten Glühspan ansetzen, taucht man vor dem Glühen in Lehmbrei, um sie vor der Einwirkung der Luft zu schützen; oder, besser, man verschließt sie in bedeckten, hohlen gußeisernen Zylindern, welche von der Flamme des Glühofens erhitzt werden [1]). Es ist sogar vorgeschlagen worden, die auf Haken hängenden Drahtringe an Ketten ohne Ende successiv durch einen horizontal liegenden, von außen geheizten eisernen Zylinder und dann durch abgeschlossene Kühlungsräume zu führen [2]); der dazu dienende Apparat scheint einen Betrieb von sehr großem Umfange vorauszusetzen.

Kleine, auf hölzerne Spulen gewickelte Drahtmengen glüht man ohne Gefahr des Verbrennens auf die Weise aus, daß man sie in Kohlenfeuer legt, bis die Spule verkohlt ist und keine Flamme mehr gibt.

1) **Eisendraht** (**fil de fer**, *iron-wire*) [3]). Man wählt zur Drahtfabrikation am besten ein sehr zähes und festes, im Bruche fadiges, nicht unganzes Eisen. Große Weichheit desselben ist kein wesentliches Erforderniß, im Gegentheile erfordern manche Drähte, welche wegen ihrer Verwendung (z. B. zu Woll- und Baumwoll-Kratzen) Steifheit und Elastizität haben müssen, ein hartes Eisen.

Die früher gebräuchliche Art der Eisendrahtfabrikation, nämlich das Ziehen geschmiedeter oder geschnittener Stäbe zuerst mittelst Stoßzangen, sodann auf Scheiben, ist nunmehr gänzlich abgekommen, und es wird nur gewalztes Rundeisen, ausschließlich auf Scheiben, zu Draht gezogen. Dieses aber stellt man unter dem Walzwerke in so geringen Dicken und so bedeutenden Längen dar, daß es die Stelle der dicken gezogenen Drähte vertritt, auch unter der Benennung Draht (**Walzdraht**) in den Handel gebracht wird; in der That sind die jetzt vorkommenden Eisendrähte von 4½ bis 6 mm oder noch größerer Dicke Walzdraht, und nur die dünneren Sorten gezogen.

Das **Drahtwalzwerk** [4]) hat mit dem Stabwalzwerke (S. 146—148) die größte Aehnlichkeit. Es besteht aus drei gußeisernen Zylindern mit rings herumlaufenden Einschnitten oder Furchen (Kalibern), welche zusammen eine Reihe stufenweise an Größe abnehmender Oeffnungen bilden. Die Oeffnungen sind, wenn man nur Walzdraht von einerlei Dicke, behufs des Ziehens auf Scheiben, darstellen will, sämmtlich quadratisch, bis auf die vorletzte, welche oval, und die letzte, welche kreisrund ist. Die größte Oeffnung hat etwa 25 mm im Quadrat, die kleinste 5 bis 7 mm im Durchmesser. Mehrere runde Kaliber sind erforderlich, wenn es sich um die Fabrikation der entsprechenden verschiedenen Sorten (Nummern) von Walzdraht handelt. Die Walzen sind z. B. bei 450 bis 600 mm Länge 200 bis 230 mm dick und machen 225 bis 250 Umläufe in 1 Minute, sodaß das Eisen mit ungefähr 2,7 m Geschwindigkeit auf die Sekunde durchgeht. Das Eisen wird in gewalzten 25 mm dicken Quadratstäben von 600 mm Länge angewendet, welche man im Flammofen weißglühend macht und dann die Kaliber des Walzwerkes der Reihe nach mit solcher Schnelligkeit durchlaufen läßt, daß längstens nach Verfluß einer Minute jeder Stab — rund und auf etwa 10.m verlängert — noch rothglühend aus dem letzten Einschnitte

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 126, S. 277. — Génie ind., T. 17, p. 95. — Jobard, Bulletin, T. 35, p. 197.

[2]) Polyt. Centr. 1857, S. 654.

[3]) Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. 350.

[4]) Bulletin d'Encouragement 1817, p. 158. — Hartmann, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, II. (Berlin 1834), S. 258. — Hütte 1872, Taf. 2.

hervorgeht. Man wickelt diesen Walzdraht sofort auf eine Art Haspel von vier auf einem Kreuze stehenden Eisenstäben, scheuert oder beizt ihn (s. unten) nach dem Erkalten, damit er blank wird, und bringt ihn zu den Ziehscheiben. Neuerlich gebraucht man zu Beschleunigung der Fabrikation das Schnellwalzwerk (laminoir accéléré), in welchem das Eisen gleichzeitig auf dem Durchgange zwischen mehreren Walzenpaaren begriffen ist, da man es in ein folgendes Kaliber schon einführt, ehe es das vorhergehende ganz verlassen hat[1]).

Näheres über das Schnellwalzwerk: Es sind fünf Walzgerüste in einer Reihe aufgestellt, das erste mit 3, jedes andere mit zwei Zylindern; sämmtliche Walzen machen während der Arbeit 300 bis 350 Umläufe pr. Minute und haben 230^{mm} Durchmesser bei theils 400^{mm}, theils 630^{mm} Länge (Umfangsgeschwindigkeit 3,6 bis 4,2^{m} pr. Sekunde; Arbeitsverbrauch 50 bis 60 Pferdestärken). Alle fünf Walzwerke zusammen enthalten 12 Kaliber, theils quadratisch (□), theils oval (⬭), theils kreisrund (○) in folgender Vertheilung:

I				II			III			IV	V
⬭	□	⬭	□	⬭	⬭	⬭	□	□	□	⬭	○
1	2	3	4	5	7	9	6	8	10	11	12

Die unten stehenden Zahlen bezeichnen die Reihenfolge, nach welcher das Eisen die Kaliber durchläuft. Zur Verarbeitung kommen gewalzte Quadratstäbe von 40 bis 45^{mm} Stärke und 600 bis 700^{mm} Länge. Weißglühend wird ein solches Stück zwischen Ober- und Mittelwalze des Gerüstes I durch Kaliber 1 geführt, dann sogleich zwischen Mittel- und Unterwalze durch Kaliber 2 zurück; ebenso hierauf durch 3 und 4. Danach folgen die Kaliber der übrigen Gerüste nach Ordnung der Nummern; jedoch wird das Durchgehen nicht abgewartet, sondern das Eisen sogleich zurückgebogen und ins nächste Kaliber gesteckt, weshalb die auf einander folgenden Walzwerke entgegengesetzt umlaufen müssen. Aus 12 kommt schließlich der runde Draht hervor, während in 1, 2 ꝛc. schon ein anderer Stab sich befindet. Der Wechsel von ovalen und viereckigen Kalibern bewirkt ein Kneten, welches der Güte des Materials vortheilhaft ist, und beugt mehr oder weniger der Entstehung eines Grathes an der Berührungsfuge der Walzen vor. Einer der obengedachten Stäbe ist innerhalb 40 Sekunden in einen Draht von 50 bis 60^{m} Länge und 4,5 bis 6^{mm} Dicke umgewandelt. 25 bis 30 Stäbe, welche zusammen 225 bis 275^{kg} wiegen und auf ein Mal in den Ofen gebracht werden, sind in 12 bis 15 Minuten verarbeitet. Der Gewichtverlust durch das Glühen beträgt 10 bis 12 Prozent; auf 100^{kg} Eisen werden 50 bis 70^{kg} Steinkohle verbraucht. Die Drahtproduktion in 24 Stunden erreicht 7500 bis 9000^{kg}.

Mit einem kleinen sehr genau gebauten Walzwerke kann man den Draht bis zu 3^{mm} Dicke herabbringen[2]).

Das Ausziehen des gewalzten Drahtes auf der Scheibe erfordert, um eine Reduktion von 4,5^{mm} auf 1^{mm} Dicke zu bewirken, gewöhnlich 12 Ziehlöcher, und zwischen diesen Zügen ist ein- bis viermaliges Glühen nöthig, je nach Beschaffenheit des Eisens. Das Feinziehen von 1^{mm} abwärts findet meist ohne erneuertes Glühen Statt. Der beim Glühen auf dem Drahte entstehende Zunder würde vermöge seiner Härte die Ziehlöcher schnell ausschleifen; er muß daher entfernt werden, bevor man zur Fortsetzung des Ziehens schreitet. Zu diesem Behufe wird der Draht mit verdünnter Schwefelsäure (80 bis 100^{kg} Wasser auf 1^{kg} Säure) abgebeizt, mit Wasser gespült, über Kohlenfeuer schnell getrocknet, oder durch Scheuern unter Wasserzufluß (in einer durchlöcherten Tonne mit Kieselsteinen oder auf einer sogenannten Polterbank) gereinigt, oder in einer Maschine abgeschmirgelt[3]). Feine Drähte werden in einer Trommel von Eisenblech, die sich um ihre Achse dreht, trocken gescheuert, dann mit Leder und feinem Sande aus freier Hand abgerieben.

Die Talgschmiere (S. 201) kann beim Ziehen des Eisendrahtes entbehrt werden, wenn man denselben durch Einlegen in eine Kupfervitriollösung dünn überkupfert; zugleich wird hierdurch die Abnutzung der Ziehlöcher vermindert. Man benutzt dieses Verfahren

[1]) Polyt. Centr. 1857, S. 1616. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 216.
[2]) Brevets 1844, T. 20, p. 98.
[3]) Polyt. Centr. 1857, S. 655.

auch, um den Draht im Ansehen zu verschönern, sowie gegen das Rosten zu schützen, und verbindet es mit dem Abbeizen des Glühspans. In dieser Absicht wird der Draht vor jedem Durchgange durch ein ferneres Ziehloch zuerst in verdünnte Schwefelsäure, dann in eine Mischung von 5 kg Schwefelsäure mit 150 kg Wasser, worin 3 kg Kupfervitriol aufgelöst sind, gelegt. In England wendet man Talgschmiere nur auf dicke Drähte an (trockenes Ziehen, *dry drawing)*, die feinen legt man auf einen Haspel, der in einem Gefäße mit Brühe von saurer Bierhefe steht; diese Brühe ist mit einer Schicht Baumöl bedeckt, sodaß der nach dem Zieheisen herauslaufende Draht sich zuerst reinigt und dann selbst schmiert (nasses Ziehen, *wet drawing)*; nahe am Zieheisen geht er dann noch über einen mit Oel fett erhaltenen Lederlappen.

Der Abfall beim Drahtziehen besteht aus dem Abbrande oder dem Verluste durch Glühspan und aus durch Abreißen entstehenden kurzen Enden. Die Größe desselben ist nach der Güte des Eisens, sowie nach der größeren oder geringeren Vollkommenheit der Maschinen und des Verfahrens, sehr veränderlich, und daher im Allgemeinen nicht anzugeben. Der Abbrand darf bei den feinsten Drähten nicht über 10 Prozent steigen und kann durch das Glühen in verschlossenen Zylindern (S. 206) bis auf 2 Prozent vermindert werden. Gewöhnlich erhält man aus 100 kg Materialeisen 90 bis 92 kg gewalzten Draht, und aus 100 kg des letzteren 85 bis 90 kg verkäuflichen gezogenen Draht.

Im Handel findet sich Eisendraht in zahlreichen Abstufungen der Dicke, s. die Tabelle S. 200. Zu besonderen Zwecken bestimmte Eisendrahtsorten sind: die eisernen **Klaviersaiten**, welche durch längeres Ziehen in wenig abgestuften Löchern, und ohne Glühung, einen hohen Grad von Elastizität erlangen; der **Kratzendraht, Kardätschendraht**, fil à carde, zu Woll- und Baumwollkratzen; der **Kupferschmieddraht, Kesseldraht** (3 bis 8 mm dick), zum Einfassen der Ränder an kupfernen Kesseln; der **gebrannte** (ausgeglühte, daher ganz weiche und biegsame, aber von Glühspan schwarze) **Draht** für Blumenmacher, Goldarbeiter, Gürtler u. a. m. Von Eisendraht, der 1 mm dick ist, gehen ungefähr 162 m auf 1 kg. — Façondraht aus Eisen kommt für einige Zwecke in Anwendung; so der vierkantige (quadratische) zu Drahtnägeln, der halbrunde (**Splintdraht**), woraus elastische Vorsteckstifte (Splinte) gebogen werden, der dreikantige (fil angulaire), neuerdings auch der ovale (im Querschnitt elliptische), zu Beschlägen für Krempeln.

Verkupferter und **verzinnter Eisendraht** kommen ebenfalls vor. Wenn die Ziehlöcher recht glatt und in ihrer Aufeinanderfolge wenig an Größe verschieden sind, so kann ein Draht, welchen man verzinnt hat, recht gut ohne Beschädigung des Zinnüberzuges feingezogen werden, wenigstens durch einige Löcher gehen. **Verzinkter Eisendraht** (bei welchem jedenfalls das Verzinken nach gänzlich beendigtem Ziehen stattfindet) wird zu den Leitungen der **elektromagnetischen Telegraphen** angewendet; derselbe wird gewöhnlich geliefert in Adern (S. 204) von

	106 m	150 m	225 m Länge
oder	17 kg	15 kg	9 kg Gewicht
bei	5 mm	4 mm	2,5 mm Drahtdicke.

Das Zusammenfügen der Drahtenden geschieht entweder durch Uebereinanderlegen (nach vorhergegangener Abschrägung) und Umwinden mit dünnerem Draht oder (am besten) mittels einer sogenannten **Würgellöthstelle**, bei welcher das Ende jeden Drahtes in 4—5 Windungen schraubengangförmig um den andern herumgewickelt und die dauernde metallische Berührung beider Drähte durch Zinnloth herbeigeführt wird.

2) **Stahldraht (fil d'acier,** ***steel-wire*****).** Die Behandlung des Stahles beim Drahtziehen ist jener des Eisens wesentlich gleich. Beim Glühen muß die größte Sorgfalt angewendet werden, um das Verbrennen des Stahles zu vermeiden. Man zieht den Stahldraht jederzeit aus gewalzten runden Stäbchen.

Der englische Stahldraht kommt — 0,33 bis 5,8 mm dick — zum Gebrauch für Uhrmacher und Mechaniker, gewöhnlich in fußlangen geraden Stücken unter dem Namen **Rundstahl** (gezogener Rundstahl, acier rond tiré, *round steel-wire)* im Handel vor; stärkere Sorten (6 bis 10 oder 12 mm) sind gewalzt. Stahldrähte in Ringen werden zu **Klaviersaiten** ꝛc. angewendet; s. die Tabelle S. 200.

Es wird z. B. gewalzter Rundstahl von 6,5 mm Dicke durch 6 Löcher bis auf 3 mm verdünnt (**Grobzug**), dann durch fernere 6 Löcher auf 1,5 mm reduzirt (**Mittelzug**), dabei der Draht nach jedem Zuge, also überhaupt 12 Mal, geglüht; die weitere Verfeinerung (**Feinzug**) aber ohne alles Glühen bewerkstelligt, indem man dazu den Draht ein Mal auf galvanischem Wege verkupfert (vergl. S. 207).

Der englische stählerne **Saitendraht** (*music wire*) besteht aus einer weniger kohlenstoffhaltigen Stahlsorte als der Rundstahl, und ist deshalb weicher und biegsamer als

dieser. Stahlsaiten sollen klangvoller werden, wenn man sie in gepulvertem ungelöschten Kalk eingegraben über Feuer dunkelblau anlaufen läßt; die blaue Farbe kann man durch Beizen mit verdünnter Salzsäure und Abputzen mit Kalk nachher wieder wegschaffen. — Eigenthümlich geformte Arten von Stahldraht sind der gezogene vierkantige Stahl (quadratisch oder flachviereckig im Querschnitte); der Triebstahl (fil à pignon, *pinion wire)*, mit 6, 7, 8, 10 oder 12 Längenfurchen (wodurch der Querschnitt die Gestalt eines kleinen gezahnten Rades erhält), von den Uhrmachern zur Verfertigung der Getriebe angewendet; der Sperrkegelstahl (acier à cliquets, *click wire, click-steel)*, ebenfalls zum Gebrauche der Uhrmacher, nämlich zur Verfertigung kleiner Sperrkegel, daher im Querschnitte von entsprechender Gestalt; der Brillendraht *(spectacle-wire)*, halbrund mit einer Furche auf der flachen Seite, also im Querschnitte von mondviertelähnlicher Gestalt, zum Einfassen der Brillengläser. Zu erwähnen ist endlich der zwischen Walzen dünn und platt ausgestreckte (geplättete) Stahldraht, *pendulum wire* in England genannt.

3) **Kupferdraht (fil de cuivre,** *copper-wire).* Zur Verfertigung desselben werden theils quadratische Stäbe (Zaine) gegossen, die man rund schmiedet und dann dem Drahtzuge überliefert, theils — und zwar gewöhnlich — von geschmiedeten und gewalzten Platten Streifen (Regalen) abgeschnitten, die, ohne eine besondere Vorarbeit, durch das Ziehen selbst die runde Gestalt annehmen. Das Ziehen der dicksten Kupferdrähte erfordert die Anwendung einer Schleppzange (S. 202); von 6 oder 8mm Durchmesser abwärts geschieht das Ziehen nur auf Scheiben. Das Ausglühen der Drähte ist selten und bloß dann etwa ein Mal nothwendig, wenn sie durch sehr viele Löcher feingezogen werden.

Im Allgemeinen wird wenig Kupferdraht gebraucht, der daher auch in verhältnißmäßig nicht großer Menge im Handel vorkommt. Ueber den Umfang des Sortiments s. die Tabelle S. 200. Von 1mm dickem Drahte wiegen 142m 1kg. — Von vergoldetem und versilbertem Kupferdraht ist weiter unten die Rede.

4) **Messingdraht (fil de laiton, fil d'archal,** *brass-wire)* und **Tombakdraht.** Die Vorbereitung des Messings und Tombaks geschieht auf zweierlei Weise. Entweder — und dies ist die Regel — werden aus gewalzten Tafeln schmale, möglichst quadratische Streifen (Regalen) geschnitten; oder man gießt zylindrische Stangen von 18 bis 24mm Dicke, die vor dem Ziehen gehörig befeilt werden. Die letztere Methode eignet sich hauptsächlich für die Darstellung sehr dicker Drähte. Das Ziehen wird, von 8 oder 10mm Dicke angefangen, auf Scheiben verrichtet.

Die Fabriken liefern Messing- und Tombakdraht (s. die Tabelle S. 200) theils schwarz (noir, *black)*, theils licht oder blank (clair, *bright, clear)*. Der schwarze Draht ist nach dem letzten Zuge geglüht, daher durch eine dünne Glühspankruste dunkel gefärbt, sehr weich und biegsam. Nur dicke Sorten kommen schwarz in den Handel. Die dünneren Drähte sind immer blank, unterscheiden sich aber in lichtweiche (nach Beendigung des Ziehens geglüht, mit verdünnter Schwefelsäure — 20kg Wasser auf 1kg engl. Schwefelsäure — abgebeizt, mit einer Auflösung von rohem Weinstein gekocht, und allenfalls, um Glanz zu erhalten, noch geschabt, d. h. durch ein einziges, scharfrandiges Ziehloch von dessen enger Seite her gezogen); und lichtharte (nach dem Glühen und Beizen noch mehrmals auf gewöhnliche Weise gezogen, daher hart und elastisch).

Von 400kg Drahtband erfolgen durch das Auswalzen, Zerschneiden und Ziehen etwa 352kg schwarzer Draht, 45kg Abfall, 3kg Glühabgang; von 100kg schwarzem Draht: 96 blanker Draht, 1 Abfall und 3 Beizabgang. — Die österreichischen und süddeutschen Fabriken pflegen das Sortiment der Messing- (auch Tombak-, Kupfer- und Zink-) Drähte in zwei Abtheilungen, jede mit eigener Nummernreihe, zu zerfällen, nämlich Musterdraht, von den dicksten Sorten bis zu etwa 1,5mm Dicke herab; Scheibendraht von da an bis zum feinsten.

Die messingenen Klaviersaiten werden wie die eisernen dargestellt. Messingdraht von 1mm Dicke mißt durchschnittlich 148m im Kilogramm. — Der Messingdraht ist selten anders als rund; doch sind als solche abweichend gestaltete Drähte zu bemerken: der vierkantige (quadratische) Draht, welchen man bei Regenschirmen statt der Fischbeinstäbchen zu gebrauchen versucht hat; der Schwalbenschwanzdraht, *dovetail wire*, (keilförmig im Querschnitte) für Uhrmacher; der halbrunde Draht zum Flicken zerbrochener Porzellangefäße; und die Sammtnadeln (fast herzförmig). Andere Façondrähte aus Messing werden öfters von den Formschneidern zur Verfertigung einzelner

Theile der Kattundruckformen angewendet und von ihnen selbst (nicht für den Handel) verfertigt.

Das Walzen, welches für die Eisen- und Stahldrahtfabrikation so wichtig ist, hat man auch auf Messing anzuwenden versucht, obschon es hier weit weniger an seiner Stelle ist, weil der durch die Fuge zwischen den gereiften Walzen sich bildende Grath nicht angeschweißt werden kann, folglich vor jedem neuen Durchgange mit der Feile abgestreift werden müßte, um höchst nachtheilige unganze Stellen zu vermeiden. Man kann daher höchstens die aus Platten geschnittenen, z. B. 3mm breiten, 2mm dicken Regalen durch einen oder zwei runde Walzeneinschnitte gehen lassen, um sie zu runden, bevor zum Ziehen auf der Scheibe geschritten wird[1]). — Ueber eine eigenthümliche Zerstörung des Messingdrahtes haben mehrseitige Beobachtungen Folgendes gelehrt: Messingdraht, welcher im Freien der Einwirkung der Witterung ausgesetzt oder in feuchten und mit sauren Dünsten geschwängerten Räumen angebracht ist, erleidet (vorzugsweise unter gleichzeitiger Berührung mit einer größeren Masse Eisen) allmälig eine Veränderung in der inneren Anordnung seiner kleinsten Theilchen, wodurch ein krystallinisch-körniges Gefüge entsteht und die Festigkeit in so hohem Grade vermindert wird, daß der Draht beim Biegen schnell bricht, ja dort, wo er zufolge vorausgegangener Biegung oder Windung in gespanntem Zustande sich befindet, ohne Weiteres zahlreiche Querbrüche erhält.

5) **Argentandraht** wird auf dieselbe Weise, wie Messingdraht, verfertigt.

Klaviersaiten von Argentan (sogenannte Silber-Saiten) sind versucht worden, jedoch bis jetzt nicht mit recht entschiedenem Erfolge; wenigstens haben sie vor Stahlsaiten keinen andern Vorzug, als den, daß sie nicht rosten.

6) **Zinkdraht**[2]), **Blei-** und **Zinndraht** sind sehr wenig (und der letztgenannte eigentlich gar nicht) im Gebrauch. Man zieht sie aus Streifen, die man von gewalzten Platten mit der Schere (bei Zink und größerer Dicke mittelst einer Kreissäge) abschneidet. Bleidraht kann auch aus gegossenen Stäben gezogen werden. Dicken Bleidraht gebraucht man zum Anbinden der Gartengewächse und als dichtende Zwischenlage beim Zusammenschrauben eiserner Röhren ꝛc. Blei und Zinn reißen wegen ihrer geringen Festigkeit beim Ziehen leicht ab.

Um dünnen Zinkdraht ohne viel Arbeit herzustellen, kann man mittelst Kreisschere eine runde Blechscheibe nach einer Spirallinie zerschneiden, den erhaltenen langen Streifen (dessen Breite thunlichst der Dicke gleich sein muß) geradestrecken, zur Abrundung der Kanten durch ein Paar Kaliber eines kleinen Drahtwalzwerks gehen lassen, endlich durch wenige Ziehlöcher ziehen[3]). — Ueber gepreßten Zinn- und Bleidraht s. unten beim Röhrenpressen.

7) **Aluminiumdraht** ist zum Theil von hoher Feinheit (z. B. 0,065 bis 0,225mm dick) gezogen, geplättet und in diesem Zustande zum Ueberspinnen von Seidenfäden angewendet worden, aus welchen man dann Spitzen klöppelte. Ernstliche Bedeutung wohnt zur Zeit weder diesen Produkten noch dem Aluminiumdrahte überhaupt bei.

8) **Gold-** und **Silberdraht.** Unter dieser Rubrik sollen nebst den wirklich aus Gold und Silber bestehenden Drähten auch diejenigen abgehandelt werden, welche zur wohlfeilen Nachahmung der Drähte aus diesen edlen Metallen dienen (die sogen. unechten, leonischen oder lyonischen Drähte).

Draht aus feinem, häufiger aus legirtem Golde und Silber, sowohl rund als halbrund, vieredig und von anderen Formen, wird von Gold- und Silberarbeitern zur Verarbeitung auf Schmuckwaren u. dgl. verfertigt. Man schmiedet hierzu einen gegossenen Stab dünn aus (dégrossir) und zieht ihn dann auf einer Schleppzangen-Ziehbank (banc à tirer), zuletzt aber mit einer Zange aus freier Hand. Das Strecken der dicken Drähte geschieht (aus rund gegossenen Stäben) vortheilhaft mittelst der Drahtwalze, einem nach Art des Rundeisenwalzwerkes eingerichteten, nur kleineren Walzwerkes mit zwei Zylindern. Die Drähte von legirtem Gold und Silber müssen oft geglüht werden, da sie schnell bedeutend an Härte zunehmen.

---

1) Brevets, XXXVI. 86.

2) Polyt. Journ., Bd. 69, S. 277; Bd. 98, S. 105. — Polyt. Centr., Jahrg. 1838, Bd. 2, S. 873; Neue Folge, Bd. 6, 1845, S. 112.

3) Zeitschrift d. Ing. 1862, S. 595.

Zu halbechten Schmuckwaren (besonders Ketten) wird wohl ein zylindrisches Stäbchen von Feinsilber oder stark versilbertem Kupfer im rothglühenden Zustande stehend in eine Gießform gebracht und mit legirtem Golde umgossen, dann aber beliebig fein zu Draht ausgezogen.

Eine eigentlich fabrikative Herstellung tritt nur bei den feinen Gold- und Silberdrähten ein, welche zur Verfertigung der Gold- und Silbergespinnste, Tressen, Kantillen und Flittern dienen, sowie bei den dickeren unechten Drähten. Die zu jenen Zwecken angewendeten Drähte lassen sich auf folgende Weise klassifiziren:

a. Echte Drähte:
  aa. Echter Silberdraht, ganz aus feinem Silber bestehend.
  bb. Echter Golddraht, feines Silber, mit Gold nur dünn überzogen.

b. Unechte Drähte:
  aa. Unechter Silberdraht, Kupfer, mit einem dünnen Ueberzuge von Silber.
  bb. Unechter Golddraht, aus Kupfer bestehend und mit Gold überkleidet.
  cc. Zementirter Draht, Kupfer, welches äußerlich durch die Verbindung mit Zink in hochfarbiges Messing verwandelt ist.

Alle soeben genannten Drähte werden, was das Ziehen betrifft, auf gleiche Weise verfertigt, indem man runde Stangen von 25 bis 50mm Durchmesser und 500 bis 700mm Länge auf einer großen Schleppzangen-Ziehbank (dem sogen. groben Zuge, argue) bis zur Dicke von 6 oder 8mm zieht, dann auf einer stark gebauten Scheibe (dem sogen. Abführtische) bis zu etwa 1½ oder 2mm verfeinert, und endlich auf einer leichter konstruirten Ziehscheibe fertig macht. Für größeren Betrieb wird wohl die sonst gebräuchliche Handziehscheibe durch einen mittelst beliebiger Kraft zu bewegenden Apparat ersetzt, welcher aber wegen Zartheit der Drähte besondere Einrichtungen verlangt[1]). — Die Darstellung der zum Drahtziehen bestimmten Stangen allein ist es, welche wesentliche Unterschiede in der Fabrikation der folgenden einzelnen Drahtgattungen hervorbringt.

Die feinsten Drähte zu Gespinnsten haben kaum über 0,04mm Dicke (s. d. die Tabelle S. 200), bei welcher Feinheit z. B. 1500m Silberdraht nur 0,1kg wiegen. Die Sorten von 0,4 oder 0,3mm bis zu ungefähr 0,08mm kommen theils rund, theils zwischen Walzen zu einem schmalen dünnen Bändchen geplättet (als Lahn, Plätt, Plasch, lame, plate, *tinsel)* zur Verarbeitung; die feineren gewöhnlich nur in geplättetem Zustande. — Das Zuspitzen, welches zum Einbringen in die Ziehlöcher nöthig ist, kann bei so feinen Drähten wie hier vorkommen nicht mit der Feile geschehen; man macht deshalb den Draht nahe an seinem Ende in der Lichtflamme auf etwa Fingerbreite glühend und reißt ihn in diesem Zustande ab, wodurch er sich zu einer zarten Spitze formt; oder man schleift das Ende mit Bimssteinpulver zwischen den Fingerspitzen so dünn als nöthig zu; oder man hält den Draht 50mm vom Ende mit einer Zange fest und streicht das kurze Stück von der Zange gegen das Ende hin zwischen den an einander gedrückten Nägeln des Daumens und Zeigefingers (auch wohl auf der Kante des Zieheisens) bis es abreißt.

a. Echter Silberdraht (argent trait, trait d'argent). Das feine Silber wird in einem offenen eisernen Eingusse (S. 143) zu einem dicken vierkantigen Stabe gegossen, rothglühend ausgehämmert, in mehrere Theile zerhauen und zu runden Stangen geschmiedet. Letztere werden, in einem hölzernen Gestelle (der Beschneidbank) liegend, heiß mit dem zweigriffigen Beschneidmesser auf der ganzen Oberfläche beschnitten (wobei ziemlich starke Späne abfallen) und hierauf sogleich auf die Ziehbank gebracht. So lange die Dicke noch bedeutend ist, werden hier Zieheisen mit einem einzigen Loche (Ziehstöcke) angewendet. Wenn der Draht bis auf 8 oder 6mm verdünnt ist, wird er, ringförmig zusammengewunden, geglüht und dann auf dem Abführtische ferner bearbeitet. Das Beschneiden der Stangen hat dazu gedient, alle unreinen Stellen von deren Oberfläche wegzunehmen. Weil dergleichen aber beim Ziehen oft wiederholt zum Vorscheine kommen, so ist es gut, auf dem Abführtische

[1]) Brevets 1844, T. XI., p. 134.

den Draht ein oder zwei Mal zu schaben, d. h. durch ein scharfrandiges Ziehloch, von der engen Seite desselben her, zu ziehen, wodurch wieder feine Späne von der ganzen Oberfläche weggenommen werden.

Das Drahtsilber muß in Oesterreich gesetzlich (seit 1866) wenigstens 0,985 fein halten.

b. Echter Golddraht, or trait, trait d'argent doré (vergoldeter Silberdraht). Die, wie bei a, beschnittenen Silberstangen werden geschlichtet, d. h. durch ein Paar Ziehlöcher genau rund gezogen, mit einer feinen Feile etwas rauh gemacht und mit dünnen Goldblättern (dem s. g. Fabrikgolde, S. 166) gleichmäßig überlegt. Man umwickelt sie hierauf dicht mit Bindfaden oder schmalem Leinenband, bringt sie in Kohlenfeuer und erhitzt sie (aber nicht zum Glühen), bis das Band weggebrannt ist, überreibt sie, noch heiß, kräftig mit einem an zwei Handgriffen geführten Blutsteine und befestigt so das Gold. Dieses Verfahren ist, wie sich hieraus ergibt, eine wahre Goldplattirung. Abgekühlt, kommen die Stangen zum Ziehen. Geschabt kann dieser Draht natürlich nicht werden.

Die Vergoldung beträgt 1/150 bis 1/30 vom Gewichte des Silbers, und liegt auf den am feinsten ausgezogenen Drähten nur 1/25000 bis 1/6000 mm dick. Trotzdem hat man, um die Sparsamkeit noch weiter zu treiben, daran gedacht, den silbernen Lahn (allenfalls sogar nur auf einer Seite) galvanisch zu vergolden[1]). — Für den österreichischen Staat sind seit 1866 drei Abstufungen für die Stärke der Vergoldung vorgeschrieben, indem auf eine Silberstange von 1,40 bis 1,43 Pfd. (700 bis 715 g) Gewicht 28, 20, 12 Goldblätter, jedes von mindestens 0,85 g gelegt werden sollen, was 23,8 oder 17 oder 10,2 g Gold beträgt, sodaß der Feingehalt des Drahtes wenigstens 30 bis 33 oder 21,5 bis 24 oder 13 bis 14 Tausendstel seines Gewichtes ausmacht. Daneben ist für den Export eine vierte Abstufung gestattet, zu der auf eine Silberstange von obigem Gewicht 6 Blätter (15,1 g) Gold zu verwenden sind (Feingehalt des Drahtes = 6,5 bis 7 Tausendstel).

Obgleich das Gold von Schwefelwasserstoff nicht angegriffen wird, so schwärzt sich doch diese Art von Golddraht sehr schnell in einer schwefelwasserstoffhaltigen Atmosphäre, indem die dünne Goldschicht den Gasen den Zutritt zum Silber nicht gänzlich verwehrt. Man hat zur Vermeidung dieses Uebelstandes den Silberdraht vor der Vergoldung mit einer dünnen Schicht Platin überzogen, welche das Silber vollständig schützt, wenn ihr Gewicht nicht unter 1/100 des Drahtgewichtes beträgt. (Platin-Golddraht).

c. Unechter Silberdraht, trait d'argent faux. Die Kupferstangen werden auf die nämliche Weise verfertigt, wie unter a. von den Silberstangen angegeben ist. Der Silber-Ueberzug wird entweder (wie unter b. die Goldbekleidung) durch Auflegen und Anreiben dünner, geschlagener Blätter hervorgebracht (versilberter Draht), oder, wenn er dicker sein soll, dadurch, daß man ein Rohr von Silberblech auf die Kupferstange schiebt und beide zusammen zieht, wodurch sie sich fest vereinigen (plattirter Draht). Man gebraucht den Kunstgriff, das silberne Rohr (dessen Fuge nicht gelöthet, sondern bloß mittelst eines Polirstahles fest zusammengerieben wird) heiß auf die kalte Stange zu schieben, sodaß es durch die Verkleinerung beim Erkalten desto fester sitzt, und reibt noch überdies das Silber in der Glühhitze mit einem Polirstahle oder Blutsteine fest an. Oefters werden die plattirten Kupferstangen glühend durch ein Walzwerk geführt, welches wesentlich wie das Drahtwalzwerk für Eisen beschaffen ist, aber lauter runde Einschnitte enthält und die Stangen nach und nach bedeutend verdünnt, sodaß die Anwendung des groben Zuges mehr oder weniger erspart wird.

Um gehörige Dauerhaftigkeit zu besitzen, sollte der Silberüberzug jedenfalls wenigstens 1/30 vom Gewichte des Ganzen betragen; doch trifft man bedeutend schwächere Versilberung an. — Für sehr starke Versilberung hat man eine vierkantige massive Silberstange der Länge nach durchbohren, mit Kupfer ausgießen, dann rundschmieden und endlich zu Draht ausziehen wollen; es scheint klar zu sein, daß dieses Verfahren nur die Absicht haben könnte, einen Draht darzustellen, welcher für echt gelten dürfte und doch nicht so theuer wäre wie der echte.

d. Vergoldeter Kupferdraht, trait d'or faux, trait de cuivre doré. Das Kupfer läßt sich gleich dem Silber und auf die nämliche Weise (s. oben, b) ver-

---

[1]) Génie ind., T. 15, p. 245. — Polyt. Journ., Bd. 149, S. 351.

golden. Der auf solche Weise hergestellte unechte Golddraht nimmt aber, wenn er sich abnutzt, eine sehr häßliche kupferrothe Farbe an; man zieht es daher vor, die Kupferstangen zuerst mit Silberblättern und dann mit Goldblättern zu überlegen. Sowohl der versilberte als der vergoldete Kupferdraht wird zwei Mal (ein Mal öfter als der Silberdraht) geglüht, auch nicht so sehr fein gezogen, als der Silberdraht.

e. Zementirter Draht, trait de cuivre jaune, trait jaune, trait cémenté. Die Hauptmasse desselben ist Kupfer, welches seine goldähnliche Farbe ohne Anwendung von Gold, bloß durch oberflächliche Verbindung mit Zink, erhält. Die gehörig beschnittenen und durch Ziehen rund und glatt gemachten Stangen werden in einen länglichen gußeisernen Kasten gelegt, wo sie an den Enden aufruhen, übrigens aber ganz frei bleiben. Man gibt auf den Boden des Kastens granulirtes Zink mit etwas Salmiak, setzt einen Deckel auf und erhitzt das Ganze in einem Ofen zum Glühen. Die aufsteigenden Zinkdämpfe hüllen das Kupfer ein und verwandeln es äußerlich (jedoch nur bis auf eine höchst geringe Tiefe) in Messing. So kommt es, daß diese Stangen die Dehnbarkeit und Weichheit des Kupfers mit der Farbe des Messings (welche durch das unten liegende Kupfer noch erhöht wird) vereinigen. Gut ist es, die Stangen während des Glühens umzudrehen, um die Einwirkung des Zinkdampfes auf allen Seiten recht gleichmäßig zu machen. Der zementirte Draht kann indessen nie die wahre Goldfarbe haben und läuft auch bald an, hat daher für die Anwendung einen viel geringeren Werth, als der vergoldete Kupferdraht.

9) **Platindraht.** Man zieht ihn in geringer Menge, theils aus geschmiedeten Stäbchen, theils aus Streifen, welche man von Blech mit der Schere abschneidet. Schon durch das gewöhnliche Verfahren kann das Platin zu beträchtlicher Feinheit gezogen werden. Umgießt man aber einen mäßig dünnen Platindraht mit Silber, oder hüllt man denselben in mehrfach herumgelegtes Silberblech ein, zieht ihn dann so fein als möglich aus und schafft endlich das Silber durch Salpetersäure wieder weg, so kann man Platindrähte von außerordentlicher Feinheit erlangen.

Anhang zur Drahtzieherei.

Verfertigung der gezogenen Stäbe oder Streifen und der Röhren.

Diese Fabrikationen sind mit dem Drahtziehen so nahe verwandt, daß sie am füglichsten sogleich hier abgehandelt werden, wenngleich ihnen nach einem streng konsequenten Plane eine spätere Stelle in diesem Werke angewiesen werden müßte, da sie eigentlich schon unter die Operationen zur ferneren Ausarbeitung roher Metallformen gehören, wie es ja gewissermaßen mit dem Drahtziehen selbst der Fall ist.

A. Stäbe und Streifen.

Durch ein dem Drahtziehen ähnliches Verfahren können aus Blech von verschiedenen Metallen Streifen in Form von Leistenwerk, Gesimsen u. dgl. verfertigt werden. Es dient dazu der sogenannte Seckenzug (Siekenz'ug, boîte à tirer, bille)[1]), welcher statt des Zieheisens auf einer gewöhnlichen Schleppzangen-Ziehbank angebracht wird. Der Seckenzug kann als ein Zieheisen angesehen werden, welches dergestalt in zwei Theile zerschnitten ist, daß der Schnitt durch das Loch geht. Er besteht nämlich aus zwei mit Einschnitten versehenen stählernen Backen (Seckeneisen, Siekeneisen, billes à moulures), welche in einen eisernen Rahmen eingeschoben und durch eine Schraube (öfters durch zwei Schrauben) einander im erforderlichen Maße genähert werden. Die zusammengehörigen Einschnitte des unteren und des oberen Backens bilden gemeinschaftlich die Oeffnung, durch welche das Blech mittelst der Schleppzange gezogen wird. Wenn die Ausbildung des Streifens mit einem Durch-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, II. 323; VII. 148.

gange nicht vollendet ist, so stellt man für jeden folgenden Durchgang die Backen mittelst der Schraube etwas näher an einander und erreicht hierdurch mit einem einzigen Einschnitte eben den Zweck, zu welchem beim Drahtziehen mehrere Ziehlöcher von verschiedener Größe erfordert werden. Die Backen des Seckenzuges wirken bei dünnem Bleche durch Biegung desselben, wo dann den auf der einen Fläche entstehenden Erhabenheiten (Längenrippen) gleich gestaltete Vertiefungen (Längenfurchen) auf der entgegengesetzten Fläche entsprechen, bei dickem Bleche aber durch Eindrücken, oder gar durch Herausschaben von Spänen, wobei die entgegengesetzte Fläche eben bleibt oder bei angemessener Gestalt des zweiten Backens, auch ihrerseits Erhabenheiten auf gleiche Weise erhält.

Eine bemerkenswerthe Anwendung des Seckenzuges ist die zur Verfertigung hohler Fenstersprossen aus Eisenblech[1]).

Wenn man den Seckenzug dahin abändert, daß man als unteren Backen ein ebenes und glattes Stahlstück einlegt, statt des oberen Backens hingegen ein senkrecht stehendes, am untern Ende beliebig ausgeschweiftes und schneidig zugeschärftes Messer anbringt, so können durch Ziehen von dickem Bleche oder gegossenen Messingstäben allerlei Gesimse u. dgl. mit starkem Relief hervorgebracht werden, deren Profil jedes Mal der Gestalt des Messers entspricht. Zur völligen Ausbildung ist oft ein vielmal wiederholtes Durchziehen des Metalles, bei stufenweise tieferer Stellung des Messers, nothwendig. Dieses Verfahren (Schneiden genannt) liefert mit großem Zeitgewinn schöne Arbeit, welche man z. B. mit der Feile nicht erzeugen könnte, und macht seiner Natur nach den Uebergang vom Ziehen mittelst des Seckenzuges zur Bearbeitung der Metalle durch Hobelmaschinen, wovon im folgenden Kapitel die Rede sein wird.

B. Röhren.

Eine metallene (namentlich zylindrische) Röhre kann als ein mehr oder weniger dicker, aber hohler Draht angesehen werden; in der That kann demnach eine kurze Röhre gestreckt und verdünnt, eine unregelmäßig runde und nicht völlig gerade berichtigt werden durch diejenigen mechanischen Mittel, welche der Drahtfabrikation eigen sind, nämlich Ziehen und Walzen. Man hat noch zwei andere hinzugefügt, welche auf Draht nicht anwendbar und das Entgegengesetzte des Ziehens sind: das Prägen und Pressen. Es unterscheiden sich also die Röhren — sofern sie eine mit der Drahtfabrikation verwandte Behandlung erlitten haben — in geprägte, gezogene, gewalzte, gepreßte.

a) **Geprägte Röhren.** Die kurzen kreisbogenförmig gekrümmten an einem Ende verschlossenen Röhren, welche den Hauptbestandtheil einer gewissen Art Metall-Manometer und Metall-Barometer bilden, werden aus einem kreisförmig zugeschnittenen Stück Messingblech in gleicher Art wie die Zündhütchen, Fingerhüte und Metallpatronen durch mehrere nach einander folgende Prägungen (emboutissages) zwischen passend abgestuften Stempeln und Matrizen hergestellt, hierauf in einem Walzwerk flachgedrückt und rundgebogen, wobei ihr Querschnitt die Form eines Bogenzweieckes erhält, endlich auf eigenthümlichen Maschinen polirt und hartgezogen (brunir et recrouir), wodurch sie den erforderlichen Elastizitätsgrad erlangen[2]).

b) **Gezogene Röhren (tuyaux étirés, tuyaux tirés,** ***drawn tubes*****)**[3]). Zum Ziehen von Röhren, welche einen kleinen Durchmesser haben, bedient man sich gewöhnlicher Drahtzieheisen; für weitere dagegen stählerner, gußeiserner oder verstählter schmiedeeiserner Ringe (Ziehringe, filière, lunette, *gauge*, *gauge plate)*, deren Oeffnung die Gestalt eines Drahtziehloches hat; auch viereckiger Platten mit einem einzigen solchen Loche. In der Regel muß die Höhlung der Röhren (um das Einknicken der Wand zu verhindern) mit einem eisernen oder stählernen Zylinder (Dorn, mandrin, *treblet*, *triblet*, *mandril*, *mandrel)* ausgefüllt werden, welchen man nach

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1857, S. 173.
[2]) Armengaud, XVII, p. 433.
[3]) Holtzapffel, I. 429.

vollendetem Ziehen wieder entfernt. Nach dem Materiale und der Bestimmung der Röhren beabsichtigt man beim Ziehen derselben einen verschiedenen Erfolg. Viele Röhren werden aus Messing-, Kupfer- und anderem Blech über einem hölzernen oder eisernen Zylinder mittelst des Hammers (auch wohl mittelst maschineller Vorrichtungen)[1]) gebogen, meist an der Fuge gelöthet und sollen durch das Ziehen nur völlig gerade und richtig rund gemacht werden; die dabei zugleich eintretende Streckung (Verlängerung) ist unbedeutend und liegt zunächst nicht in der Absicht. Andere Röhren, von Blei, Zinn, Kupfer, Messing, selbst Stahl, werden gegossen und zwar mit sehr großer Wandstärke; durch das Ziehen will man sie bedeutend in die Länge ausdehnen und in der Wand verdünnen, weil man sie nicht unmittelbar durch den Guß so lang und dünn darstellen kann, als sie gefordert werden. Dergleichen Röhren haben durch die Abwesenheit der Löthung einen großen Vorzug vor den aus Blech gemachten; der als Grundlage dienende dickwandige und kurze Hohlzylinder wird zuweilen (besser als direkt durch Guß) aus einem gegossenen, durch Walzen oder Schmieden verdichteten Vollzylinder mittelst Durchbohrens hergestellt. Um aus Kupfer einen blasenfreien Röhrenguß zu erhalten, soll man entweder die Form ganz mit geschmolzenem Metalle füllen und erst nachher den Kern einsenken, welcher die Höhlung erzeugt[2]), oder ganz ohne Kern gießen, indem man die mit flüssigem Metalle versehene stehende Form äußerst schnell (2000 Mal in 1 Minute) um sich selbst drehen läßt bis das an der Formwand sich ausbreitende Metall erstarrt ist (Zentrifugalguß).

Die Röhrenzieheisen können, schon mit Löchern versehen, aus Gußeisen oder Stahl gegossen werden[3]); gewöhnlich aber bildet man sie durch Zusammenschweißen einer Stahl- mit einer Eisenplatte und bohrt die Löcher. Die Ziehringe mit größerer Oeffnung sind dadurch leicht auf der richtigen Weite zu erhalten, daß man sie mit einem konischen Futter von Stahlblech versieht, welches bei eingetretener störender Erweiterung ohne große Kosten erneuert wird[4]).

1) Sehr enge Röhrchen von Silber, Gold, Tombak, Messing, wie sie z. B. zur Verfertigung der Scharniere an Dosen, Uhren u. dgl. gebraucht werden *(joint wire, hollow joint wire)*, macht man aus Blech, welches in Form eines Streifens von gehöriger Breite zugeschnitten, an den Rändern zurechtgefeilt, mit dem Hammer rinnenartig hohl geschlagen und endlich über einem hineingelegten mit Wachs bestrichenen Stahldrahte völlig zusammengeklopft (aber nicht gelöthet) wird, worauf man das Ganze durch einige Löcher eines Drahtzieheisens zieht, zuletzt ein wenig erwärmt (um das Wachs flüssig zu machen) und den Draht wieder herausnimmt.

Wenn man Zeit gewinnen will, so kann man den noch flachen Blechstreifen ohne Draht durch eine Reihe von Ziehlöchern gehen lassen, wodurch er sie anfangs zu einer Rinne biegt, und dann zu einem Röhrchen schließt. Hierbei geschieht es indessen leicht, daß die Fuge, statt gerade zu bleiben, sich windet, und daß die Höhlung nicht ganz regelmäßig ausfällt. Die Verfertigung solcher Röhrchen kann auf einen einzigen Zug stattfinden, wenn man zwei oder drei Zieheisen nahe hinter einander anbringt, jedes mit einem Loche, alle Löcher in einer geraden Linie und jedes folgende etwas kleiner als das vorhergehende. Sogar Röhren von 12 bis 20mm Durchmesser aus schwarzem Eisenblech werden mittelst eines dem ebenerwähnten gleichenden Verfahrens, nämlich mit einem Durchgange durch vier oder fünf unmittelbar hinter einander stehende Zieheisen, verfertigt. Zuweilen wird das Ziehen nur so weit getrieben, daß das Röhrchen sich nicht gänzlich schließt, sondern noch eine offene Fuge behält: dergleichen Röhrchen dienen als Einfassung von Blechwaren, welchen man dadurch einen dicken wulstartigen Rand geben will; in die offene Fuge schiebt man die Kante des Gegenstandes (z. B. eines Lichtscher- oder Flaschentellers rc.) ein, nachdem das Röhrchen entsprechend gebogen ist. In diesem Falle ist es gut, den geraden Lauf der Fuge dadurch zu sichern, daß man im Ziehloche eine vom Rande einwärts vorspringende schmale Zunge anbringt, gegen welche die Kanten des Röhrchens sich

---

[1]) Brevets 1844, T. 26, p. 182. — Polyt. Journ., Bd. 152, S. 168. — Polyt. Centr. 1859, S. 430.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 170, S. 330. — Polyt. Centr. 1863, S. 1269. — Jobard, Bulletin, T. 45, p. 136.

[3]) Polyt. Centr. 1860, S. 1577.

[4]) Brevets 1844, T. 38, p. 55.

anlehnen müssen. — Bei Röhren von größerem Durchmesser (aus schwarzem oder verzinktem Eisenblech) ist dieses letztere Mittel ebenfalls, und zwar zugleich in der Absicht angewendet worden,. um die Fuge auf eine dichte und haltbare Weise zu schließen. Die Zunge im Ziehloche ist nämlich so gestaltet, daß die dagegen gedrängten Blechränder sich nach innen — in einander entgegengesetzten Richtungen — umbiegen und jeder eine Art Haken oder einfachen Falz bildet; ein Blechstreif mit ähnlich umgebogenen Rändern wird das ganze Rohr entlang eingeschoben, wodurch er unter die beiden erwähnten Falze hineingreift und wie eine Klammer dieselben zusammenhält. Schließlich wird das Rohr mit einem Dorne durch ein glattrandiges Loch (ohne Zunge) gezogen, damit die Falze sich fest gegen einander legen, und die Fuge äußerlich mit Schnell-Loth verlöthet [1]).

Größere Röhren von Messing, Tombak, Argentan, plattirtem Kupfer (wie jene zu Fernröhren, Operngläsern, zylindrischen Leuchterschäften u. dgl. m.) werden nach dem Zusammenbiegen des Bleches mit Schlagloth gelöthet und über einem Dorne gezogen. Letzterer ist von polirtem Stahle oder, bei bedeutender Größe, von Gußeisen, 0,45 bis 1,5^{m} lang und an Durchmesser der Höhlung des Rohres so nahe gleich, daß er eben noch leicht genug ins Innere desselben geschoben werden kann. An jedem Ende besitzt er einen dünneren quer durchbohrten Zapfen, durch welchen er, mittelst einer Gabel und eines Splintes, mit einer Kette in Verbindung gebracht werden kann. Nachdem die Röhre auf den Dorn geschoben ist, klopft man den Endrand derselben über das Ende des Dornes um, damit sie sich nicht abstreifen kann. Das Ziehen geschieht sodann entweder in horizontaler Richtung auf einer Ziehbank (**Röhrenziehbank**, banc à tirer, dragon, *drawing machine, tube drawing machine)*, welche sich von der Schleppzangen-Ziehbank (S. 203) wesentlich nur dadurch unterscheidet, daß ihr die Zange mangelt, weil (wie schon angegeben) die Kette unmittelbar an den Dorn gehängt wird, oder in vertikaler Richtung. Uneigentlich wird die für den letzteren Fall dienende Vorrichtung [2]) **vertikale Ziehbank** genannt, indem nichts Bankähnliches an ihr ist. Ein starkes hölzernes Balkengerüst trägt nämlich in seinem obersten Theile eine gußeiserne Trommel (tambour, *barrel)*, an welcher das obere Ende der Kette befestigt ist. Letztere hängt gerade herab, ist unten mit dem Dorn verbunden und zieht diesen senkrecht durch den Ziehring in die Höhe, wenn die Trommel (mittelst Rad und Getriebe) umgedreht und dadurch die Kette aufgewickelt wird. Unter dem Ziehringe muß im Boden eine Vertiefung oder eine Oeffnung nach dem Keller angebracht sein, damit man nicht nöthig habe, durch übergroße Höhe des Gerüstes den Raum zur Anbringung des Dornes zu gewinnen. Statt der Trommel mit Kette kann eine hydraulische Presse angewendet werden, und statt des langen Dornes ein sehr kurzer, welcher während der Fortbewegung des Rohres unbeweglich in der Oeffnung des Ziehringes erhalten wird, wie weiter unten beim Ziehen der Bleiröhren beschrieben ist [3]).

Die **horizontale Ziehbank** hat — besonders bei großen Röhren, also schweren Dornen — den wesentlichen Nachtheil, daß das Gewicht des Dornes einen ungleichen Druck gegen den Ziehring veranlaßt, somit Ursache ist, daß das Rohr ungleichmäßig gestreckt wird und vermöge der hierdurch eintretenden Spannung sich nach Entfernung des Dornes krümmt. Beim vertikalen Ziehen wird dieser Uebelstand vermieden. Drei bis sechs Züge durch stufenweise etwas engere Ringe vollenden jedenfalls das genaue Anschmiegen des Rohres an den Dorn, was der einzige Zweck des Ziehens ist, obschon das Rohr auch ein Geringes sich streckt. Um den Dorn wieder aus dem Rohre zu entfernen, wird ersterer verkehrt durch einen Ring von Glockenmetall oder Eisen gezogen, dessen Oeffnung ohne trichterförmige Erweiterung und nicht groß genug ist, um auch das Rohr mit durchzulassen.

Bei Röhren von beträchtlichem Durchmesser wendet man manchmal eine der beschriebenen entgegengesetzte Methode an; d. h. man befestigt den Dorn in aufrechter Stellung ganz unbeweglich, setzt den Ring darauf und läßt diesen letzteren durch die bewegende Kraft längs des Dornes herabziehen. Bei horizontalen Ziehmaschinen ist dieses Prinzip ebenfalls in Ausführung gebracht [4]) und zwar mit der Verbesserung, daß kein Dorn an-

---

[1]) Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 14 (1845), S. 113; Bd. 18 (1846), S. 44. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 291. — Kunst- u. Gewerbe-Blatt 1849, S. 671.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XII. S. 7.
[3]) Polyt. Centr. 1863, S. 517.
[4]) Armengaud, V. 435. — **Kronauer**, Zeitschrift, Jahrg. 1848, S. 49.

gewendet wird und zwei Ziehplatten (die zweite mit etwas kleinerer Oeffnung 250 bis 300 mm hinter der ersten) über das in horizontaler Lage nur an einem Ende festgehaltene Rohr hinstreifen. Diese Platten werden durch zwei parallele Schraubenspindeln (die eine links, die andere rechts vom Rohre), welche mittelst Räderwerk eine korrespondirende Achsendrehung empfangen, so langsam fortgeschoben, daß sie in 1 Sekunde nicht mehr als etwa 100 mm durchlaufen. Durch die Ersparung der Dorne, die Beschleunigung der Arbeit mittelst gleichzeitiger Wirkung zweier Zieheisen und den Raumgewinn (da das Rohr seinen Platz nicht verändert, also die Maschine wenigstens um die ganze Rohrlänge kürzer wird) besitzt diese Konstruktion große Vorzüge vor den gewöhnlichen horizontalen Ziehmaschinen.

Zuweilen ist man in dem Falle, große Röhren zu ziehen, wozu die Kraft einer etwa vorhandenen Ziehbank nicht hinreicht. Man kann sich dann mit Vortheil des folgenden Verfahrens bedienen, wenn nur der (hier unentbehrliche) gußeiserne Dorn schwer genug ist. Man befestigt den Ziehring oben auf einem der Länge nach durchbohrten Holzzylinder, der lang genug ist, um den Dorn in sich aufzunehmen. Zu Anfang der Operation wird der Dorn sammt dem auf ihm steckenden Rohre auf die Oeffnung des Ringes so gestellt, daß seine Achse in die Verlängerung der Achse des darunter befindlichen Holzklotzes fällt. Eine einfache Vorrichtung von Eisenstäben verhindert den Dorn zu schwanken, gestattet ihm aber, in vertikaler Richtung durch den Ring zu gleiten, sobald eine Kraft ihn dazu treibt. Zieht man nun den ganzen Apparat an einem Seile 2,5 bis 3 m hoch auf und läßt ihn auf den gepflasterten oder wenigstens sehr festgestampften Boden niederfallen, so stößt der Holzklotz auf und wird augenblicklich in seiner Bewegung gehemmt, indeß der Dorn in Folge seines Beharrungsvermögens noch einen Augenblick zu sinken fortfährt und also eine kleine Strecke weit durch den Ziehring geht. Die Erscheinung ist übereinstimmend mit der beim Antreiben eines lose gewordenen Hammers durch Aufstoßen des Stieles. Eine oftmalige Wiederholung des beschriebenen Verfahrens bewirkt endlich das Nämliche, wie die ununterbrochen thätige Kraft des Ziehwerkes, und der Dorn mit dem Rohre fällt ganz ins Innere des hölzernen Klotzes.

Blechröhren ohne Fuge sind auf folgende Weise herzustellen. Eine kreisrunde Blechscheibe wird nach dem unter a erwähnten Verfahren in ein Rohr von 250 bis 400 mm Länge verwandelt. Dieses zieht man dann mit einem Dorne, daß es dünnwandig und noch länger wird. Um dickwandige Röhren zu erhalten, schiebt man auf dieses erste gezogene Rohr (in welchem noch der Dorn steckt) ein kurzes zweites und zieht das Ganze aus, bis das zweite Rohr die Länge des ersten hat. Eben so kann ein drittes, viertes darüber gezogen werden, und Alles macht zusammen ein festes Ganzes aus. Schließlich zieht man den Dorn heraus, welcher von polirtem Stahle und mit einer Wachsmischung dünn bestrichen ist, damit er leichter losgeht.

Das Ziehen messingener und anderer aus Blech gelötheter Röhren wird vielfältig, und zum Theil mit einigen Modifikationen, angewendet. So zieht man nicht nur runde, sondern auch eckige (z. B. solche, welche statt massiver Stäbe als Maschinenbestandtheile, Stangen zu Stangenzirkeln, Maßstäben 2c. gebraucht werden), nachdem sie mit Hülfe des Hammers gebogen und gelöthet sind; aber man wendet hierbei nicht immer einen Dorn an, macht vielmehr das Rohr an sich stark genug, daß es dem Knicken widersteht. — In England werden die hohl gegossenen messingenen **Kattundruckwalzen** durch Ziehen verdichtet. Sie werden zu diesem Behufe auf einen stählernen Dorn gesteckt und durch gut verstählte Ziehplatten mit konischen Löchern gezogen, wozu eine große Dampfmaschine die bewegende Kraft hergibt. Die Ziehlöcher stehen in einem solchen Verhältnisse zu einander, daß die Durchmesser je zweier auf einander folgender um etwa 0,3 mm verschieden sind. Das Ziehen wird fortgesetzt, bis der Zylinder sich um ein Fünftel oder ein Sechstel seiner ursprünglichen Länge gestreckt hat. Nach dem Ziehen werden die Walzen noch abgedreht, geschliffen und polirt. — Zur Anfertigung eiserner Stühle, Bettstellen 2c. gebraucht man mit Messing überzogene Eisenstäbe oder (ungelöthete, nach S. 220 dargestellte) Eisenblechröhren; die Bekleidung derselben ist ein dünnwandiges mit Schlagloth gelöthetes Messingrohr, welches auf die eiserne Unterlage geschoben und sammt ihr durch ein Paar Ziehlöcher gezogen wird. Messingene Röhren, zu Regenschirm-Stöcken Verwendung findend, werden über einem hölzernen Dorne gezogen, welcher alsdann darin stecken bleibt und das dünne Rohr vor dem Einknicken schützen muß. Aeußerlich mit Längenfurchen verzierte, inwendig glatt zylindrische Röhrchen von Silber 2c. zu Bleistift-Etuis zieht man auf einem runden stählernen Dorne durch ausgekerbte Löcher. Wird ein gekerbtes Zieheisen während des Durchganges der Röhre um seine Achse gedreht, so nehmen die Furchen und Rippen die Lage von Schraubengängen an [1]). — **Konische Röhren**, sowohl glatt als

[1]) Brevets 1844, T. XIII., p. 268. — Bulletin d'Encouragement, L. (1851), p. 567. — Jobard, Bulletin, XXI. 5.

kannelirt, werden ebenfalls im Zieheisen verfertigt. Man steckt das aus Blech gebogene und gelöthete konische Rohr auf den konischen Dorn und gebraucht ein Ziehloch von etwas größerem Durchmesser als das weiteste Ende der Röhre. Dieses Loch ist mit einer Ausfutterung von Hartblei (S. 45) versehen, deren Oeffnung dem kleinsten Durchmesser der Röhre entspricht. Zieht man nun, auf einer sehr kräftigen Ziehbank, die Röhre mit dem Dorne hindurch, so erweitert sich das Bleifutter allmälig in dem Maße, wie der zunehmende Durchmesser des Rohres dies erfordert. Zu jeder neuen Röhre bedarf man daher eines neuen Futters.

2) Schmiedeeiserne Röhren (zu Gasleitungen, Lokomotiv-Kesseln, Möbeln, eisernen Bauten ꝛc.)[1]) werden ebenfalls gezogen; aber es handelt sich hierbei zugleich um das Zusammenschweißen der Fuge (an welcher die Kanten bald stumpf gegen einander stoßen, *jump joint*, *butt joint*, bald ein wenig übereinander gelegt sind, *lap joint*), und deshalb wird das Ziehen vorgenommen, während die Röhren weißglühend (schweißwarm) sind[2]). Die in gehöriger Breite vorgerichteten Eisenschienen *(skelp)* werden rothwarm zur annähernd richtigen Rohrgestalt mittelst des Handhammers, oder einer Art Hebelpresse[3]) oder eines Walzwerkes[4]) gebogen (oftmals nur am einen Ende), dann in einem Flammofen weiß geglüht und aus der Ofenthür unmittelbar (mit oder ohne Dorn) mittelst einer Schleppzangen-Ziehbank durch das Zieheisen gezogen. Letzteres besteht, um die Anwendung eines nach Erforderniß gesteigerten Druckes zu gestatten, aus zwei Theilen, deren jeder fast die halbe Lochrundung enthält. Für dünne Röhren gebraucht man Zangen von der allgemeinen Gestalt einer gewöhnlichen Schmiedezange, nur daß das Maul, quer hindurchgehend, ein Ziehloch enthält, welches durch kräftiges Zusammendrücken der Zangenschenkel fest geschlossen wird; für etwas stärkere Röhren ein feststehendes Geräth *(scorpion)*, an welchem der untere Theil eine horizontale Eisenschiene mit z. B. fünf halbrunden Ausschnitten, der obere (an einem Scharnier aufzuhebende und niederzulassende) Theil ein langer Hebel mit entsprechenden und gleichen Ausschnitten ist; für die stärksten Röhren endlich zwei in einem Rahmen durch eine Schraube auf einander zu pressende Backen, von welchen jeder die Hälfte der Lochrundung darbietet.

Gegenwärtig setzt man bei Fabrikation der geschweißten eisernen Röhren mit dem Ziehen oftmals den Gebrauch von Walzen in Verbindung, oder bedient sich der letzteren ausschließlich (s. unten).

Vierkantige eiserne Röhren (hohles Quadrateisen, S. 141), werden aus bereits geschweißten runden Röhren hergestellt, indem man diese an beiden Enden luftdicht verstopft, glühend macht und so durch viereckige Ziehlöcher zieht. Die innere durch die Hitze gespannte Luft verhindert hierbei das Einknicken.

3) Die bleiernen und zinnernen Röhren werden stets auf einer horizontalen Ziehbank gezogen, weil man sie von 750 bis 900^{mm} Länge, wie sie gegossen werden, durch das Ziehen oft bis auf 6, 9 und selbst 12^{m} ausstreckt, wozu der Raum in vertikaler Richtung nur mittelst unpraktischer Anstalten gewonnen werden könnte. Man zieht diese Röhren (von 6 bis 75^{mm} und noch mehr im Durchmesser) über einem schmiedeeisernen, recht glatten und richtig runden Dorn, mit Ausnahme der engsten Sorten, welche genug Wandsteifigkeit haben, um nicht einzuknicken, und bei denen das Ziehen ohne Dorn als ein Mittel nicht nur zur Verlängerung, sondern gleichzeitig zur Verengerung ihrer Höhlung benutzt wird. So kann z. B. ein Rohr von 12^{mm} Weite auf 6^{mm} innern Durchmesser gebracht werden. Kommt beim Ziehen mit Dorn die im Vorstehenden schon mehrmals erwähnte Methode in Anwendung, den Dorn nebst dem Rohre durch das Zieheisen zu bewegen, so ist man in der Länge der Röhren beschränkt

---

[1]) Holtzapffel, II. 963.

[2]) Jahrbücher, IX. 400. — Polyt. Journ., Bd. 87, S. 352; Bd. 130, S. 18; Bd. 151, S. 25. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 5 (1842), S. 341. — C. Hartmann, Praktische Eisenhüttenkunde nach Walter, Le Blanc u. A., IV. Theil, Weimar 1846, S. 222, Taf. 71, u. S. 58 des erklärenden Textes. — Brevets, T. 79, p. 208; T. 87, p. 507. — Polyt. Centr. 1853, S. 961.

[3]) Brevets, T. 87, p. 507.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 66, S. 331.

und kann diese nicht über 2,5 bis 3,5 m steigen lassen, weil sehr lange Dorne schwierig mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen und eben so schwierig wieder aus dem Rohre herauszuziehen sind. Dagegen gibt es eine andere Methode, wodurch die längsten Röhren mittelst eines Dornes von nur 150 mm Länge hergestellt werden, indem der letztere mitten in der Oeffnung des Zieheisens stehen bleibt, während die Röhre über ihn hingezogen wird und die Rohrwand sich zwischen Dorn und Ziehloch verdünnt. Ungeachtet seit dem Erscheinen der gepreßten Bleiröhren (s. unten) die Fabrikation der gezogenen in Verfall gekommen ist, wird es doch — um das Bild der Röhrenfabrikation vollständig zu erhalten — angemessen sein, beide eben genannte Methoden zu beschreiben.

Zum Ziehen mit dem langen Dorne dient eine horizontale Ziehbank, welche wenig von der (S. 203) beschriebenen Drahtziehbank mit Schleppzange abweicht, übrigens eben so gut zum Ziehen dicker Drähte und anderer (nicht bleierner) Röhren geeignet ist. Das Zieheisen (der Ziehring, die Ziehplatte — von Gußeisen) befindet sich an einem Ende der Bank; an diesem Ende und am entgegengesetzten liegt eine ausgezackte (mit Zähnen versehene) Scheibe auf horizontaler Achse, und eine Kette ohne Ende ist über beide Scheiben geschlagen. In den obenher laufenden Theil dieser Kette wird der Dorn — oder die Zange, welche letzteren gefaßt hat — eingehakt: und indem eine der Scheiben umgedreht wird, dreht die andere sich mit, wobei die fortgehende Kette den Dorn nebst darauf steckendem Rohre mit sich zieht [1]). Statt dessen kann der Dorn mit einer Zahnstange verbunden werden, welche durch ein eingreifendes Getriebe fortbewegt wird; man hat aber hierbei die Mühe, die Zahnstange wieder zurück in ihre erste Lage zu führen, wenn ein neuer Zug stattfinden soll. — In einer Sekunde gehen etwa 80 mm Bleirohr durch das Zieheisen.

Um mit dem kurzen Dorne zu ziehen, kann die Einrichtung der Ziehbank ganz die nämliche sein, nur wird sie doppelt so lang gemacht, als das längste zu ziehende Rohr (z. B. 18 m für Röhren bis zu 9 m). Die Zieheisen sind eiserne Platten von 12 bis 18 mm Dicke und 100 bis 120 mm Länge und Breite, jede mit einem einzigen Loche. Das Zieheisen wird gegen eine gabelförmige eiserne Stütze mitten auf der Bank gelehnt. Der 150 mm lange eiserne polirte Dorn ist zylindrisch, an beiden Enden halbkuglig abgerundet. In jedes Ende desselben ist ein etwas starker Eisendraht eingeschraubt, der länger sein muß, als die Röhre nach beendigtem Ziehen. Um den Dorn in der Oeffnung des Zieheisens schwebend zu erhalten, ist der hintere Draht an dem Ende der Ziehbank befestigt, jedoch so, daß er sich zurückschieben läßt. Man fängt damit an, daß man den vorderen Draht durch das Rohr und die Spitze des letzteren in das Ziehloch steckt. Dann bringt man von der anderen Seite die Zange der Ziehbank gegen das Zieheisen, faßt mit derselben den Draht und zieht diesen durch die Bewegung der Zange so lange an, bis der Dorn durch das Rohr fast ganz durchgegangen, mitten in das Zieheisen eingetreten ist und der hintere Draht ihn nicht weiter gehen läßt. Hierauf erst faßt man mit der (neuerdings dem Zieheisen genäherten) Zange die Spitze des Bleirohres und zieht letzteres — über den nun unbeweglichen Dorn weg — durch das Ziehloch. Um das Schleifen der Bleiröhren auf der Bank zu verhindern, bringt man in Abständen von etwa 300 mm Querleisten oder dünne hölzerne Walzen an, auf welchen die Röhre fortgleitet. Bemerkt man beim Ziehen, daß einzelne Stellen des Bleies sich umlegen und abschuppen, so glättet man sie vor weiterem Ziehen durch Abfeilen oder Abschaben, damit die Oberfläche rein bleibt.

Bleierne Röhren mit einem Zinn-Ueberzuge können auf folgende Weise verfertigt werden. Man nimmt eine solche Röhre noch heiß aus der Form, in welcher sie gegossen worden ist, und legt sie horizontal auf ein Bett von Werg, auf welches man vorher, nebst Terpentin oder gepulvertem Kolophonium, etwas geschmolzenes Zinn gegeben hat. Man reibt alsdann die Außenfläche der Röhre mit diesem Werg, um eine Verzinnung zu bewirken. Ferner wird an das Ende eines Eisenstäbchens ein Büschel Werg befestigt, dieses mit Kolophonium und geschmolzenem Zinn versehen und in der Röhre hin und her gezogen. Soll der Zinn-Ueberzug dicker werden, so stellt man die verzinnte Röhre in eine Gießform, die etwas weiter ist als jene, welche zum Gießen der Röhre gedient hat, steckt einen zylindrischen eisernen Kern in das Rohr, welcher kleiner sein muß, als dessen Höhlung, und füllt nun die offenen Räume mit flüssigem Zinn aus. Die verzinnten oder mit Zinn umgossenen Röhren werden dann auf die gewöhnliche Weise gezogen oder gepreßt

[1]) Le Blanc, Recueil, II, Planches 70, 71.

(s. unter c.). Solche verzinnte Bleiröhren (mit einer Zinnlage von mindestens 0,5mm Dicke) haben als Wasserleitungsröhren (Hausleitungen) den großen Vortheil, völlig gefahrlos zu sein[1]).

Das Ziehen dickwandig gegossener Kupfer- und Messingröhren[2]) erfordert eine besonders stark gebaute Ziehbank; für derartige stählerne Röhren nimmt man die Kraft mächtiger hydraulischer Pressen zu Hülfe[3]).

c) **Gewalzte Röhren (tuyaux cylindrés**, *rolled tubes).* — Das Walzen findet hauptsächlich Anwendung bei Darstellung geschweißter schmiedeiserner Röhren (meistentheils runder, aber auch viereckiger und anderer). Die Einrichtung des Röhrenwalzwerkes gleicht im Wesentlichen der des Eisen-Stabwalzwerkes, indem zwei — zuweilen drei — gußeiserne Zylinder mit rings herumlaufenden Ausfurchungen den Hauptbestandtheil ausmachen. Diese Furchen, welche an der Berührungslinie der Zylinder Oeffnungen von der äußeren Gestalt des Röhren-Querschnittes (also kreisrund, quadratisch 2c. nach Erforderniß) darstellen, sind in ihrer Aufeinanderfolge rücksichtlich der Größe zweckmäßig abgestuft, um mittelst wiederholter Durchgänge die Röhren zu strecken. Das vorläufige Aufbiegen, als Vorbereitung der Rohrform, geschieht entweder ebenfalls zwischen Walzen, oder durch andere besondere Vorrichtungen, stets in rothglühendem Zustande der Eisenschienen. Zum Schweißen und Strecken der Röhre unter den Walzen muß aber Weißglühhitze gegeben werden; das Rohr steckt dabei auf einem Dorne, welcher nur allenfalls dann entbehrt werden kann, wenn die Schweißung mit stumpf gegen einander stoßenden Kanten stattfindet *(butt joint tubes)*, oder wenn ein bereits geschweißtes Rohr durch Auswalzen sowohl in der Wand verdünnt, als im lichten Durchmesser verkleinert werden soll. Wie beim Ziehen der bleiernen Röhren, so bedient man sich auch hier eines langen oder eines kurzen Dornes; der erstere ist etwas länger als das Rohr, aus welchem er an beiden Enden hervorragt, und geht mit dem Rohr durch die Walzen; ein kurzer Dorn aber sitzt an einer dünnen Stange, über welche das Rohr sich frei fortbewegen kann, und behält seine Stelle in der Walzenöffnung, während das Rohr auf ihm fortschreitet und dessen Wand zwischen dem Dorn und den Zylindern den Druck erleidet. Die Röhrenwalzwerke mit Anwendung eines langen Dornes[4]) sind jetzt wenig mehr gebräuchlich; beim Gebrauch eines kurzen Dornes[5]) wird die besondere Arbeit zur Entfernung des Dornes aus dem Rohre erspart und es ist selbst nicht einmal nöthig, daß der wirksame dicke, zwischen den Walzen befindliche Theil des Dornes den Querschnitt der Rohr-Höhlung ausfülle, wenn man das Rohr elliptisch walzt und nachher durch Ziehen kreisrund macht; denn wesentlich kommt es nur darauf an, daß an der Fuge äußerlich die Walze den Druck ausübt, innerlich der Dorn widersteht. Daher reicht eine einzige Walze ebenfalls schon aus, wenn man diese mit gehörigem Drucke wirken läßt und das Rohr auf einer rinnenförmigen geraden Unterlage darunter durchführt[6]). Indem hierbei die fortschreitende Bewegung dem Rohre direkt eingepflanzt wird und die Umdrehung der Walze nur eine Folge derselben ist, nähert sich dieses Verfahren schon sehr dem Ziehen der Röhren. Die Uebereinstimmung wird fast vollkommen, wenn der das Rohr fortbewegende Apparat eine wirkliche Schleppzangen-Ziehbank ist[7]); denn falls auch als

---

1) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 153. — Bulletin d'Encouragement 1871, p. 193.
2) Polyt. Centr., Jahrg. 1840, Bd. 2, S. 613. — Brevets, T. 88, p. 378. — Brevets 1844, T. 19, p. 159.
3) Schweiz. Z. 1865, S. 9.
4) Brevets XLIII. 212. — Polyt. Journ., Bd. 100, S. 10. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 18 (1846), S. 76.
5) Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 5 (1845), S. 390; 1866, S. 311. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 368; Bd. 95, S. 175; Bd. 117, S. 118. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1849, S. 549. — Brevets, LXXVII. 386. — Brevets 1844, T. 19, p. 163; T. 36, p. 4.
6) Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 7 (1846), S. 55. — Polyt. Journ., Bd. 96, S. 435. — Jobard, Bulletin, VIII. 357.
7) Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 8 (1846), S. 438. — Polyt. Journ., Bd. 102, S. 108; Bd. 105, S. 93. — Brevets 1844, T. XI., p. 278.

dann die Walzen eine selbstständige Achsendrehung empfangen, so dient diese doch nur zur Verminderung des Ziehungswiderstandes, da ihre Geschwindigkeit keinenfalls größer sein kann, als die Geschwindigkeit der Zange, welche letztere folglich das eigentliche Fortbewegungsmittel bleibt, während das Walzenpaar (oder die eine Walze nebst der geraden Unterlage des Rohres) nichts weiter als ein Ersatzmittel des Zieheisens darstellt.

Erwähnung verdient der in England gemachte Versuch, schmiedeiserne Röhren (hohles Rundeisen zu Gittern, Möbeln ꝛc., wobei es auf Reinheit der Innenseite nicht ankommt) durch Walzen ohne Dorn herzustellen. Man stellt zwei Eisenschienen von halbringförmigem Querschnitt zur Gestalt eines zylindrischen Rohres zusammen, legt zwei ähnliche Schienen so um die ersteren, daß die Stoßfugen nicht auf einander treffen, umbindet das Ganze behufs vorläufigen Zusammenhaltens mit starkem Draht, verstopft das eine Ende dieses Rohres mit einem fest eingetriebenen Eisenpflock, füllt die Höhlung mit Sand, Erde, oder Asche, welche derb zusammengestampft und getrocknet werden, verschließt auch das andere Ende mit einem Pfropf und walzt endlich auf gewöhnliche Weise zu beliebig geringem Durchmesser aus: der Sandkern wird hierbei ziemlich in demselben Verhältnisse dünner wie die eiserne Wandung[1]).

Bei Röhren aus Messing oder Kupfer, welche kurz und dick gegossen, nachher gestreckt werden, erreicht man diesen letzteren Zweck ebenfalls mittelst Walzen, zwischen welchen das Rohr, auf einem stählernen Dorne steckend, durchgelassen wird. Das Walzwerk besteht entweder aus zwei Zylindern[2]) von der im Vorstehenden besprochenen Art, oder man konstruirt es aus vier Scheiben, deren jede auf ihrer Randfläche eine viertelkreisförmige Auskehlung enthält, sodaß alle zusammen — vermöge ihrer kreuzförmigen Stellung gegen einander — eine Kreisöffnung bilden[3]). Der Dorn kann ein kurzer feststehender sein (s. oben); oder man kann denselben aus drei Theilen zusammensetzen, wenn er die Länge des Rohres hat, um ihn stückweise leichter aus dem fertigen Rohre zu entfernen. Auf solche Art geschieht z. B. die Herstellung derjenigen dickwandigen Kupferröhren, aus welchen neuerdings die für die Feuerbüchse der Lokomotivkessel erforderlichen Stehbolzen angefertigt werden und welche in Längen von 3—6^{m} bei einem äußern Durchmesser von 20—40^{mm} und einer lichten Weite von 3—4^{mm} im Handel sind. Dasselbe Walzwerk wird auch zu geschweißten Eisenröhren angewendet[4]). Eine andere Gebrauchsweise des Walzwerkes (sowohl des aus zwei Zylindern als des aus vier Scheiben bestehenden) ist die, daß man es statt des Zieheisens zum Ziehen ungelötheter (gegossener) messingener Röhren benutzt, in welchem Falle das Räderwerk fehlt, da die Walzen keine selbständige Umdrehung empfangen[5]).

Eine großartige Anwendung des Röhrenwalzens findet bei Verfertigung kupferner Kattundruckwalzen statt, wenn man diese als kurze dickwandige Hohlzylinder gießt, abdreht, auf einem Dorne steckend glühend unter dem Dampfhammer überschmiedet, endlich durch kaltes Walzen bis zur völligen Länge streckt und zugleich verdichtet.

Es ist der Versuch gemacht worden, Zinkröhren durch Walzen zu strecken. Man goß sie in eiserner Form wie die Bleiröhren, brachte sie, nachdem sie bis etwa 180° C. abgekühlt waren, nebst dem darin steckenden eisernen Kerne unter das Walzwerk und ließ sie durch mehrere auf einander folgende Kaliber gehen, bis eine Streckung um zwei Drittel der ursprünglichen Länge erzielt war, ersetzte nun den Kern durch einen längeren eisernen Dorn, den man auf etwa 200° C. erwärmt hatte, und fuhr mit dem Walzen fort, bis eine Länge von 3 oder 4^{m} erreicht war. Die geringe Geschmeidigkeit des Zinkes macht diese Fabrikation sehr schwierig.

Das merkwürdigste Verfahren im Fache der Röhrenfabrikation ist wohl jenes, Röhren von schmiedbarem Messing (S. 47) mit ovalem Querschnitt gegossen, durch Walzen flach zusammenzudrücken und in diesem Zustande (wo dieselben einem plattliegenden hohlen Lampendochte ähnlich sind) unter Zylindern gleich dem flachen Stabeisen glühend zu

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 137, S. 415.
[2]) Polyt. Centr. 1854, S. 1428. — Brevets 1844, T. 41, p. 245.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 80, S. 12; Bd. 130, S. 26; Bd. 131, S. 171. — Polyt. Centr., Jahrg. 1841, Bd. 1, S.194; 1853, S. 909, 1360. — Technolog. Encyklopädie, Bd. 12, S. 10. — Brevets, LXXV. 92, 438. — Brevets 1844, T. IX., p. 265. — Génie ind., V. 320.
[4]) Polyt. Centr. 1853, S. 909.
[5]) Polyt. Centr. 1840, Bd. 2, S. 613. — Polyt. Journ., Bd. 170, S. 330. — Jobard, Bulletin, T. 45, p. 136.

strecken; schließlich aber mittelst eines anderen Walzwerkes und eines Dornes zur Rohrgestalt wieder zu öffnen[1]).

d) **Gepreßte Röhren** (gedrückte Röhren, Kompressionsröhren, **tuyaux repoussés, tuyaux par compression**). — Wollte man ein metallenes Rohr von beträchtlicher Wandstärke durch ein Ziehloch von ansehnlich geringerem Durchmesser ziehen, ihm also bei einem Durchgange eine sehr bedeutende Verdünnung und Streckung zumuthen, so würde hierzu nicht nur eine ungemein große Kraft erforderlich sein, sondern auch das Rohr eher abreißen als dem Zuge durch Streckung nachgeben. Dagegen wird der Zweck erreichbar sein, wenn man statt der ziehenden eine drückende Wirkung veranlaßt, wobei nur nöthig ist, daß das Rohr (hinterhalb des Loches, durch welches es austritt) mit einer festen Umhüllung eingeschlossen werde, um sich nicht zusammenzustauchen und in der Dicke auszubreiten, um überhaupt keinen anderen Ausweg zu haben, als eben durch jene Austrittsöffnung. Auf solche Weise werden die Röhren aus den weichsten Metallen (Zinn und Blei) dargestellt, welche die oben vorgesetzten Namen führen. Denkt man sich — um dem Verständnisse näher zu kommen — eine einfache Spritze mit teigartiger Masse gefüllt, so wird letztere in Gestalt eines Zylinders durch die runde Oeffnung der Spritze herausgepreßt, wenn man den Kolben hinein bewegt. Hat der Kolben in der Verlängerung seiner Achse einen zylindrischen Stift oder Zapfen, dessen Durchmesser kleiner ist als jener der Spritzenöffnung, in deren Mitte er sich befindet und fortbewegt, so muß die heraustretende Masse als ein Rohr erscheinen, dessen äußerer Durchmesser gleich der Weite der Oeffnung und dessen innerer Durchmesser gleich der Dicke des erwähnten Zapfens ist. Statt der Spritze eine im Wesentlichen gleich gestaltete sehr starke Vorrichtung von Gußeisen (die Preßform, Glocke, cloche), statt eines Teiges das Blei oder Zinn gesetzt, und zur Ausübung der drückenden Kraft eine starke eiserne Schraubenspindel mit vorgelegtem Räderwerk oder eine mächtige hydraulische Presse angenommen — erhält man einen Begriff vom Pressen der Röhren[2]). Die Preßform ist 450 bis 900 mm lang und hat innerlich einen solchen Durchmesser, daß sie genau passend ein gegossenes (allenfalls durch direktes Eingießen in die Preßform selbst gebildetes) Bleirohr von 50 bis 80 mm Wandstärke aufnimmt, dessen Höhlung beliebig weit ist (von 6 bis 100, 150 und selbst 250 mm). Der zylindrische Fortsatz des Preßkolbens (piston), nämlich der Kern oder Dorn (âme, mandrin) paßt in diese Höhlung und ist so lang, daß er noch in die Austrittsöffnung der Form (den Preßring, modèle, matrice) reicht, wenn der Kolben ganz zurückgezogen ist. Die Preßform liegt horizontal oder steht vertikal; übereinstimmend damit ist der Zylinder der hydraulischen Presse oder die Preßschraube angebracht und zwar in gleicher Achsenlinie. Der Vorgang beim Pressen ist wesentlich derselbe wie beim Ziehen, mit dem Unterschiede, daß mit einem einzigen Durchgange die Wanddicke des Rohres die ganze geforderte Verminderung erleidet (z. B. auf 1,5 bis 5 mm). Die Länge des erzeugten Rohres steht im Verhältnisse dieser Verminderung der Wandstärke; d. h. sie ist desto größer, je bedeutender die Metalldicke des gegossenen Rohres gegen jene des erzeugten gepreßten Rohres genommen wird.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 128, S. 180. — Polyt. Centr. 1853, S. 642.

[2]) Armengaud, V. 354; XII. 360. — Hütte, 1863, Taf. 11. — Gewerbe-Blatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1844, S. 63. — Berliner Verhandlungen, XXII. (1843) S. 164. — Technolog. Encyklopädie, Bd. 12, S. 11. — Brevets, T. 48, p. 203; T. 67, p. 262; T. 82, p. 202; T. 85, p. 67. — Brevets 1844, T. 27, p. 135; T. 32, p. 247; T. 41, p. 69. — Polyt. Centr., Jahrg. 1838, Bd. 1, S. 178; 1843, Bd. 2, S. 532; 1851, S. 910; 1853, S. 1289; 1858, S. 530; 1859, S. 304. — Polyt. Journ., Bd. 9, S. 332; Bd. 66, S. 34; Bd. 78, S. 201; Bd. 91, S. 275; Bd. 92, S. 5; Bd. 102, S. 179; Bd. 130, S. 170; Bd. 147, S. 249; Bd. 152, S. 428; Bd. 203, S. 432. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1860, S. 23. — Schweiz. Z. 1858, S. 88. — Jobard, Bulletin, T. 6, p. 261; T. 11, p. 34, 44; T. 19, p. 333; T. 26, p. 15; T. 34, p. 147; T. 37, p. 105. — Génie ind., T. 7, p. 326; T. 15, p. 307. — Bulletin d'Encouragement 1851, p. 63; 1861, p. 449.

Hätte z. B. das gegossene Rohr 120mm, das daraus gepreßte 16mm äußeren Durchmesser, bei 12mm Weite, so fände (abgesehen von der Verdichtung des Metalles, welche nur 1/750 bis 1/700 beträgt) eine Verlängerung auf das 127fache statt, d. h. aus 600mm gegossenen Rohres entständen 76,2m gepreßtes Rohr, und zwar in einer zusammenhängenden Länge. Man macht die dünnen und engen Sorten in Längen bis zu 18, 24, selbst 45 oder 60m, die größeren bis zu 6 und 9m. — Die gepreßten Bleiröhren haben vor den gezogenen die ausgezeichnete Dichtigkeit des Metalles voraus, vermöge welcher sie frei von Höhlungen und Poren und äußerst glatt sind. — Wenn man sehr weite Röhren in dem Augenblicke, wo sie aus der Preßform hervortreten, der Länge nach aufschneidet und flach ausbreitet (beides durch eine mechanische Vorrichtung), so entstehen gepreßte Bleiplatten. Ist dagegen die Austrittsöffnung des Metalles klein und kein Dorn in derselben angebracht, so erhält man gepreßten Bleidraht oder Zinndraht. In derselben Weise werden dickere Bleistäbe, z. B. zur Fabrikation der Spitzkugeln für Gewehre mittelst einer Maschine von folgender Einrichtung verfertigt. An dem oberen Querbalken einer hydraulischen Presse ist niederwärts stehend ein senkrechter, ungefähr 150mm dicker und 600mm langer eiserner Zylinder unbeweglich befestigt, der seiner ganzen Länge nach eine runde, unten trichterartig erweiterte Durchbohrung enthält. Derselbe dient als genau passender Kolben zu einem sehr starken zylindrischen Behälter, dessen Höhlung mit Blei vollgegossen wird, und welcher selbst wieder den Preßkolben der hydraulischen Presse bildet. Letztere wird, während das Blei noch heiß ist, in Gang gesetzt, wobei ihr Kolben sich gegen den unbeweglichen Zylinder langsam hebt; das Blei, welches unter dem Drucke keinen andern Ausweg hat, steigt als runder Stab durch die Bohrung auf, tritt oben aus, wird seitwärts weggeleitet und auf eine von Menschenhand umgedrehte große eiserne Spule aufgerollt.

Von der vorstehend beschriebenen Methode des Kaltpressens der Bleiröhren unterscheidet sich das Warm- oder Heißpressen dadurch, daß die eiserne Preßform auf einer Temperatur erhalten wird, bei welcher das Blei eben noch geschmolzen bleibt. Im Austreten aus der Oeffnung, in welcher die Rohrbildung vor sich geht, erstarrt es (zu welchem Behufe wohl auch eine besondere Kühlvorrichtung mit Wasser angebracht wird), und das Rohr kann (wie beim Kaltpressen) sogleich auf eine Trommel aufgewickelt werden.

Man bedarf bei diesem Verfahren einer geringeren Preßkraft als beim Kaltpressen; durch Nachgießen frischen Bleies in die Form kann die Röhre beliebig lang dargestellt werden (wie denn in der That Exemplare von 180m Länge bei 12mm Weite und von 240m bei 6mm Weite gemacht worden sind); endlich gestattet das Heißpressen die Anwendung eines kurzen Dornes, der nicht mit dem Preßkolben verbunden, sondern mittelst eines Steges in den Preßring eingesetzt ist, da das Blei außerhalb des Steges sich wieder vereinigt und den Dorn ohne Unterbrechung umschließt. Dagegen ist den heißgepreßten Röhren nicht jene höchste Dichtheit des Metalles gesichert, welche die kaltgepreßten so sehr auszeichnet. — Man hat Einrichtungen angegeben, um die Röhre während ihres Entstehens inwendig, oder auch in- und auswendig, zu verzinnen.

Bei nachstehenden Wandstärken haben gepreßte Blei- und Zinnröhren von verschiedener Weite ungefähr das beigesetzte Gewicht pro 1 Meter Länge:

Innerer Durchmesser Millim.	Gewicht bei 1 Meter Länge, Kilogr.		Wanddicke, Millim.	
	Blei	Zinn	Blei	Zinn
4,5	0,38	0,17	1,7	1,33
6,5	0,50	0,25	1,7	1,33
8,7	0,64	0,32	1,7	1,33
13	1,07	0,51	2,0	1,5
16	1,50	0,62	2,3	1,5
19,5	1,94	0,75	2,5	1,5
26	2,54	1,31	2,5	2,0
32,5	3,12	1,13	2,5	2,0
39	3,70	1,93	2,5	2,0
52	5,89	3,19	3,0	2,5

Bleiröhren werden sehr oft bei 50 bis 100mm lichter Weite mit 5 bis 5,5mm Wandstärke, bei 25 bis 45mm Weite mit 2,5 bis 4mm Wandstärke, bei 5 bis 20mm

Weite mit 1,5 bis 2,5^{mm} Wandstärke angefertigt. Allgemein findet sich annähernd genug das Gewicht von 1 Meter Rohr in Grammen (P) aus der Formel

$$P = 3{,}14\,(D + d)\; d\;.\;s,$$

worin D den innern Durchmesser und d die Wanddicke, beide in Millimetern ausgedrückt, bezeichnen und s (das spezif. Gewicht) für Blei = 11,36, für Zinn = 7,45 gesetzt werden kann.

Die absolute Festigkeit pro 1 □^{mm} ergab sich nach Tresca's Versuchen[1]) bei gepreßten Röhren von Blei im Durchschnitt zu 1,54^{kg}, bei solchen von Zinn zu 2,42^{kg}.

d) Gehämmerte Röhren. — Eine neuerlich in Frankreich angewendete eigenthümliche Methode, gegossene Kupfer- und Messingröhren bis zu 5 oder 6^{m} Länge zu strecken, ist die: sie zu hämmern (tuyaux martelés). Das gegen 1^{m} lang mit 12^{mm} oder mehr Wandstärke gegossene Rohr — von mindestens 50^{mm}, zuweilen bis 400^{mm} inneren Durchmessers — wird in eine Maschine gebracht, in welcher es auf einen kurzen horizontalen Stahldorn gesteckt wird. Die Verlängerung dieses Dornes ist eine Eisenstange, länger als das Rohr nach seiner Vollendung. Diese Stange geht durch das Innere des Rohres und gestattet demselben eine Fortbewegung in seiner Längenrichtung, während der Dorn unbeweglich ist. An der Stelle, wo inwendig der Dorn sich befindet, ist äußerlich von unten das Rohr gut unterstützt. Oberhalb dieser Stelle befindet sich ein Fallhammer, welcher rasch auf einander folgende Schläge (300 in einer Minute) gibt. In den Fallhammer steckt man eine schmale halbzylindrische Bahn zum Strecken des Rohres, zuletzt aber eine flache polirte Bahn zum Glätten desselben. Der Dorn dient gleichsam als Ambos. Das Rohr empfängt nun während der Bearbeitung unter dem Hammer eine gleichmäßige langsame Drehung um den Dorn und eine eben solche Längsschiebung, sodaß die Hammerschläge in einer engen Schraubenlinie von einem Ende bis zum andern fallen. Der flache Glätthammer erzeugt schließlich eine Oberfläche, welche der eines gewalzten oder gezogenen Rohres nichts nachgibt.

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, 1871, p. 193.

Drittes Kapitel.

Fernere Ausarbeitung der Metall-Fabrikate (zweite Stufe der Verarbeitung).

Dieses Kapitel begreift den allergrößten Theil der in den Metallarbeiter-Werkstätten zur Ausbildung der Arbeitstücke oder Werkstücke üblichen Werkzeuge (outils, *tools)*. Sein Inhalt ist wesentlich eine Werkzeugkunde, darf aber nicht bloß die Beschreibung der Werkzeuge (und der sie ersetzenden Werkzeug-Maschinen, machines-outils, *engines, machines)*, sondern muß auch die Angabe ihres Gebrauches, nebst den nöthigen Bemerkungen über den Umfang und den Grad ihrer Anwendbarkeit enthalten. Werkzeuge und Vorrichtungen, welche nur in einzelnen Gewerbszweigen, für ganz spezielle Arbeiten gebraucht werden, fallen aus dieser allgemeinen Darstellung weg[1]).

Erste Abtheilung.

Mittel zum Anfassen und Festhalten.

Die wenigsten Arbeitstücke werden bei der Bearbeitung frei und unmittelbar mit der Hand gehalten, oder liegen (stehen) durch ihr eigenes Gewicht hinlänglich fest; theils um beide Hände frei zu haben, theils um den Gegenständen eine feste und unveränderliche Lage zu geben, theils endlich um die Regierung mit der Hand bequemer zu machen, müssen die meisten auf irgend eine Weise in feststehenden oder beweglichen Hülfsgeräthen eingespannt werden. In einigen Fällen muß man dergleichen auch anwenden, um Arbeitstücke, welche zu klein oder zu zart sind, um unmittelbar zwischen die Finger genommen zu werden, anzufassen, aufzunehmen, von einer Stelle zur anderen zu legen.

---

[1]) J. A. Schubert, Elemente der Maschinenlehre, 2. Abtheilung. Dresden und Leipzig 1844. — C. Hartmann, Vollständiges Handbuch der neuesten englischen Werkzeugslehre, II. Bd., Werkzeuge der Metallarbeiter. Weimar 1850 (179. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — J. Hart, Die Werkzeugmaschinen der Maschinenfabriken. Heidelberg 1867, 1873. — K. Karmarsch, Katalog der Werkzeugsammlung an der königl. polytechnischen Schule zu Hannover. Hannover 1870. — C. Pieper, Illustrirtes Preistaschenbuch der Spezialitäten für Ingenieure, Maschinenbauer ꝛc. Dresden 1872. — E. Hartig, Versuche über den Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen. Leipzig 1873.

Gegenstände, welche wegen zu großen Umfanges oder zu beträchtlichen Gewichtes nicht mit Händen gehoben, gewendet, transportirt werden können, bewegt man mittelst einer Winde (treuil, *windlass*) oder eines Krahnes (Kranich, grue, *crane*), über deren verschiedene Einrichtungen hier nicht gehandelt werden dürfte, ohne daß die Grenzen unserer Aufgabe überschritten würden.

I. Der Schraubstock (étau, étau d'établi, *vice, bench-vice, standing vice*)[1].

Er ist das allgemeinste Mittel zum Festhalten und daher nicht nur in allen Metallarbeiter-Werkstätten unentbehrlich, sondern selbst bei manchen Verarbeitungen des Holzes und anderer Materialien nothwendig. Beim Feilen, Bohren, Durchsägen, Behauen, überhaupt bei den meisten Arten der Bearbeitung, werden Metallstücke, welche nicht gar zu klein oder groß sind, in dem Schraubstocke eingespannt; desgleichen manchmal beim Schmieden. Nach der Größe der vorkommenden Arbeitstücke ist jene des Schraubstockes sehr verschieden; man bestimmt sie durch Angabe des Gewichtes, welches von 1kg bis 90kg und darüber geht. Der Schraubstock wird an der Werkbank (établi, *bench*) befestigt, entweder mittelst einer an ihm befindlichen Schraubzwinge (étau à patte, étau à attache, étau à griffe) oder nur mittelst einer von ihm ausgehenden, auf der Oberfläche der Bank angeschraubten, horizontalen Fortsetzung (Schere, patte) oder auf andere Weise: wenn er groß ist, versieht man ihn mit einer bis auf den Fußboden hinabgehenden und dort sich stützenden fußartigen Verlängerung (étau à pied). Er ist der Regel nach von Schmiedeisen gemacht und besteht aus einem feststehenden und einem beweglichen Theile. Letzterer ist bei den gewöhnlichen Schraubstöcken von der Bank abgewendet und dem Arbeiter zugekehrt. Die Verbindung des beweglichen Theiles mit dem unbeweglichen findet durch ein Scharnier Statt. An dem unbeweglichen Theile sind nämlich unten zwei Seitenplatten (Backen, jumelles) befestigt, zwischen welchen der bewegliche Theil sich um einen horizontalen Bolzen dreht. Jene Seitenplatten bilden zusammengenommen die Flasche. Die oberen Enden der beiden Theile, welche zwischen sich das Arbeitstück festhalten, führen gleichfalls den Namen Backen (mâchoires, *jaws*), und bilden zusammen das Maul (mors, *chap, chop, mouth*). Die inneren Flächen des Maules sind mit aufgeschweißtem und gehärtetem Stahle belegt, auch — um fester zu fassen — feilenartig rauh gehauen. Sie sind nach unten zu etwas divergent gestellt, wenn der Schraubstock ganz geschlossen ist; hierdurch erreicht man, daß diese Flächen — vermöge der Bogenbewegung um den Bolzen — erst bei einer mittleren, am häufigsten gebrauchten Maulweite des Schraubstockes mit einander parallel werden. Die Schließung des Schraubstockes geschieht mittelst der Schraube, die an einem durch ihren Kopf gesteckten Hebel oder Schlüssel (manivelle) umgedreht wird, und deren Mutter sich in der Hülse, boîte, *box* (einem mit dem unbeweglichen Theile des Schraubstockes verbundenen Rohre) befindet. Eine Feder treibt die Backen aus einander, wenn man die Schraube links umdreht.

Das Schraubengewinde in der Hülse wird gewöhnlich eingelöthet, weil die Wandung dieses Rohres wenig Stärke hat; besser erscheint das Verfahren, die Hülse dicker zu machen und das Gewinde hinein zu schneiden[2]). — Transportable Schraubstöcke, auf

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XIV. Artikel: Schraubstöcke. — Werkzeugsammlung, S. 17. — Karmarsch, Mechanik, S. 99, 107. — Art du Serrurier, par Hoyau, Paris 1826. — Holtzapffel, I. 854—861. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1848, S. 611. — Polyt. Journ., Bd. 63, S. 342; Bd. 64, S. 270. — Polyt. Centr. 1849, S. 27; 1858, S. 5; 1859, S. 239. — Gewerbe-Blatt für das Königr. Hannover, Jahrg. 1842, S. 96. — Mittheilungen 1857, S. 207. — Schweiz. Z. 1859, S. 6. — Brevets 1844, T. 29, p. 37; T. 39, p. 14. — Génie ind., T. 16, p. 308; T, 17, p. 138; T. 25, p. 144. — Jobard, Bulletin, T. 35, p. 81.

[2]) Polyt. Centr., Jahrg. 1849, S. 769. — Polyt. Journ., Bd. 113, S. 187.

einem eigenen, allenfalls mit Rädern wagenartig versehenen Gestelle angebracht [1]), gewähren für Arbeiten außer der Werkstatt große Bequemlichkeit. Für Schraubstöcke kleinsten Formates kann man beide Theile um Bolzen drehbar machen, aber unterhalb dieser Drehpunkte etwas verlängern und hier durch das zwischen sie eindringende keilartige Ende einer senkrechten Schraube aus einander treiben, wodurch oben die Schließung des Maules erfolgt; es wird vermöge dieser Anordnung an Höhenraum unter dem Maule gewonnen, da nicht mehr die horizontale Schraube im Wege ist [2]).

Bei den gewöhnlichen Schraubstöcken ist die Größe der Oeffnung sehr beschränkt, wenn man nicht das Scharnier tief unter das Maul legt (wodurch aber das ganze Instrument groß, schwer und deshalb kostspielig wird) oder eine besondere Einrichtung trifft [3]); außerdem verursacht die Bogenbewegung um das Scharnier, daß nur bei einer einzigen bestimmten Größe der Oeffnung die Flächen des Maules völlig parallel zu einander sind, dagegen bei kleinerer Oeffnung die oberen Kanten, bei größerer die unteren Kanten der Backen vorzugsweise das Arbeitstück fassen. Bei den Parallel-Schraubstöcken (étau parallèle, étau à mouvement parallèle, *parallel vice*) [4]) sind alle diese Nachtheile vermieden, indem der bewegliche Backen nicht im Bogen, sondern in gerader Linie fortgeht. Dabei bleiben die Innenflächen des Maules stets mit einander parallel, und der Schraubstock kann ohne Nachtheil eine große Oeffnung gewähren, wenn er auch nur ziemlich klein ist. Auch Parallel-Schraubstöcke ohne Schraube (mit Zahnstange, in welche eine Spirale oder ein Sperrkegel eingreift) sind vorhanden und gewähren den Vortheil, daß man von einer großen zu einer kleinen Maulweite (oder umgekehrt) mit geringerem Zeitverlust übergehen kann [5]).

Die am häufigsten vorkommenden Dimensionen und Gewichte der Parallelschraubstöcke ergeben sich aus folgender Uebersicht:

Backenbreite	Maulweite	Maultiefe	Gewicht
64 mm	95 mm	59 mm	10 kg
89 „	111 „	78 „	15 „
115 „	145 „	95 „	27 „
135 „	190 „	125 „	62 „
170 „	250 „	125 „	87 „

Das Prinzip der Spirale hat man in etwas abgeänderter Weise auch auf solche Schraubstöcke, deren Backen sich durch Winkelbewegung öffnen und schließen, angewendet [6]). — Ein Schraubstock, dessen beweglicher Theil sich wie gewöhnlich um einen Bolzen dreht, kann (abgesehen von der Größe der Oeffnung) den Dienst eines Parallel-Schraubstockes thun, wenn dem einen Backen eine solche Beweglichkeit gegeben wird, daß er sich von selbst parallel zum andern richtet [7]).

Wenn ein im Schraubstocke befestigtes Metallstück von verschiedenen Seiten bearbeitet werden muß, so ist es nöthig, dasselbe loszumachen und in anderer Lage

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 81, S. 401. — Polyt. Centr., Jahrg. 1841, Bd. 2, S. 1146; Neue Folge, Bd. 6, 1845, S. 103. — Deutsche Gewerbezeitung, Jahrg. 1845, S. 277.

[2]) Génie ind., T. 28, p. 262. — Polyt. Centr. 1865, S. 227.

[3]) Mittheilungen, Lief. 14 (1837), S. 416.

[4]) Mittheilungen 1859, S. 306; 1860, S. 307. — Polyt. Centr., Jahrg. 1842, Bd. 1, S. 92; Neue Folge, Bd. 7, S. 6; 1850, S. 1092; 1851, S. 1028; 1855, S. 338; 1856, S. 1311, 1313; 1858, S. 728; 1860, S. 376; 1861, S. 433. — Polyt. Journ., Bd. 80, S. 97; Bd. 142, S. 403; Bd. 156, S. 353; Bd. 187, S. 190; Bd. 188, S. 103. — Deutsche Gewerbezeitung, Jahrg. 1846, S. 41; 1860, S. 217. — Schweiz. Z. 1860, S. 8. — Génie ind., I. 57. — Jobard, Bulletin, XX. 30. — Brevets 1844, T. 11, p. 175; T. 12, p. 54, 144; T. 13, p. 297; T. 15, p. 143, 227; T. 31, p. 239, 281; T. 43, p. 76. — Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 497; 1868, S. 212. — Ztschr. d. Ing. 1866, S. 406.

[5]) Mittheilungen, Lief. 18 (1839), S. 323. — Polyt. Centr. 1839, Nr. 48. — Polyt. Journ., Bd. 73, S. 104; Bd. 112, S. 18; Bd. 206, S. 277; Bd. 210, S. 93.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 75, S. 5. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 454.

[7]) Polyt. Centr. 1856, S. 1321; 1871, S. 1260.

wieder zu befestigen (umzuspannen). Um diese Mühe theilweise zu ersparen, gibt man zuweilen dem Schraubstocke eine solche Einrichtung, daß er sich im Erforderungsfalle um eine vertikale Achse rund herumdrehen, wenigstens in einem ziemlich großen Bogen wenden[1]), auch wohl überdies auf- und abwärts neigen[2]), oder mittelst eines Kugelgelenkes (genou, daher ein solcher Schraubstock étau à genou)[3]) in fast jede beliebige Stellung versetzen läßt. Jedoch haben Schraubstöcke dieser Art nur geringe Verbreitung in den Werkstätten gefunden.

Falls ein Gegenstand nicht zwei parallele Flächen darbietet, um leicht und sicher von den Backen des Schraubstockes gefaßt zu werden, muß man oft denselben zwischen zwei angemessen ausgeschnittene Holzstücke legen und sammt diesen in den Schraubstock bringen; doch hat man Schraubstöcke *(taper-vices)* auch so eingerichtet, daß der eine Backen sich drehen und angemessen schiefstellen kann, um ein keilförmiges Arbeitstück direkt fest einzuspannen[4]). Arbeitstücke, welche mit glatten, schon fertig gearbeiteten Flächen versehen, oder sonst zu schonen sind, spannt man nicht unmittelbar in das Maul des Schraubstockes ein, weil dessen Rauhigkeit ihnen unwillkommene Spuren aufdrücken würde. Man bedient sich für solche Fälle gewisser Hülfsgeräthe, welche, in das Maul des Schraubstockes gelegt, zwischen ihre glatten und gewöhnlich weichen Flächen das Arbeitstück aufnehmen; nämlich bleierner Backen, oder der hölzernen Feilkluppe, *sloping clamp*[5]) oder der sogenannten Spannbleche, mordache, *clamp, vice clamp, spring clamp*, welche aus zwei eisernen, kupfernen oder messingenen (auch wohl hölzernen), durch eine bogenförmige Stahlfeder zusammenhängenden Backen bestehen; oder endlich kleiner, ganz stählerner Klüppchen[6]), welche an Gestalt den Spannblechen ähnlich, doch von viel geringerer Größe sind. — Einen anderen Zweck hat der Reifkloben (mordache à chanfrein, tenaille à chanfrein, *chamfer-clamp*[7]), dessen schräg stehendes Maul, wenn er sammt einem Arbeitstücke eingespannt ist, dem letzteren eine schiefe Lage gibt, wodurch es möglich ist, bei gewöhnlicher, horizontaler, Führung der Feile schräge Facetten u. dgl. anzufeilen. So werden an Thürbändern u. dgl. die Kanten schräg abgefeilt, eine Arbeit, welche man das Abreifen (chanfreiner) nennt. — Dünne flache Gegenstände, welche auf ihrer breiten Oberfläche befeilt werden, und in der dazu nöthigen Lage durch keines der eben genannten Mittel gehalten werden können, legt man auf ein im Schraubstocke eingespanntes Feilholz, auf welchem sie durch Stifte oder dgl. an Verschiebung gehindert sind.

II. Feil- und Stielkloben[8]).

Für kleine Arbeitstücke vertritt die Stelle des Schraubstockes der Feilkloben, Handkloben (étau à main, pince à vis, tenaille à vis, *vice, hand-vice)*, welcher — da er in der

---

1) Mittheilungen, Lief. 14 (1837), S. 416; Lief. 39 (1845), S. 269; Jahrg. 1857, S. 208, 210; 1868, S. 212. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 1, S. 376; Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 104; Jahrg. 1858, S. 9. — Brevets 1844, T. 38, p. 69.

2) Mittheilungen 1856, S. 21. — Polyt. Centr. 1856, S. 398. — Brevets 1844, T. 38, p. 68.

3) Brevets, XXIX. 324. — Bulletin d'Encouragement 1830, p. 282. — Polyt. Journ., Bd. 41, S. 198. — Mittheilungen, Lief. 33 (1843), S. 431. — Polyt. Mittheilungen, Bd, II., S. 1. — Brevets 1844, T. IX., p. 137.

4) Mittheilungen 1857, S. 209. — Polyt. Journ., Bd. 139, S. 107; Bd. 142, S. 402. — Polyt. Centr. 1854, S. 153; 1855, S. 1420; 1856, S. 1314; 1858, S. 7; 1862, S. 1420. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 240. — Schweiz. Z. 1856, S. 4.

5) Geißler's Drechsler, I. Taf. IX., Fig. 7.

6) Werkzeugsammlung, S. 35.

7) Werkzeugsammlung, S. 35. — Geißler's Drechsler, I. 79.

8) Technolog. Encyklopädie, Bd. V. Artikel: Feilkloben; Bd. XIV., S. 56—61. — Werkzeugsammlung, S. 36. — Karmarsch, Mechanik, S. 100. — Bulletin d'Encouragement 1833, p. 322. — Polyt. Journ., Bd. 51, S. 194; Bd. 71, S. 310. — Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 516. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 389; 1838, Bd. 2, S. 1163; 1870, S. 193. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 56; 1870, S. 16.

Hand gehalten wird — eine beliebige Wendung des Arbeitstückes gestattet, sodaß dieses leicht an allen Seiten befeilt werden kann, wozu man im Schraubstocke eines mehrmaligen Umspannens bedürfen würde. Der Feilkloben hat in den Haupttheilen Aehnlichkeit mit einem Schraubstocke, ist aber nur 70 bis 150^{mm} lang. Die beiden Theile desselben, zwischen welchen die Feder liegt, sind durch ein Scharnier mit einander verbunden. Die Schraube ist mit dem einen Theile verbunden und geht durch ein längliches Loch des anderen Theiles. Außerhalb des letzteren trägt sie eine Flügelmutter, die, wenn sie angezogen wird, den Feilkloben schließt. Die größten Feilkloben versieht man mit einer vier- oder sechseckigen Mutter, die mittelst eines darauf gesteckten Schlüssels umgedreht wird. Die Schraube wird oft ein wenig gebogen, um leichter die Bogenbewegung beim Oeffnen und Schließen zu gestatten. Der Gestalt des Maules nach unterscheidet man die Feilkloben in schmalmaulige *(dog-nose hand-vice, pig-nose hand-vice)* und breitmaulige *(cross-chap hand-vice)*. Nach dem Prinzipe der Parallel-Schraubstöcke hat man auch Parallel-Feilkloben konstruirt[1]). Zum Einspannen zarter oder schon fast fertig gearbeiteter Gegenstände, welche durch die rauhen und harten Flächen eines gewöhnlichen Feilkloben-Maules beschädigt oder wenigstens mit entstellenden Eindrücken versehen werden würden, bedient man sich hölzerner Feilkloben von verschiedener Gestalt (aus Pockholz, Buchsbaum-, Kornelkirschen-Holz 2c.).

Große Feilkloben befestigt man öfters an dem Werktische und gebraucht sie dann nach Art sehr kleiner Schraubstöcke (Tischkloben, *table-vice*)[2]); dagegen sind die kleinsten, welche sonst wegen ihrer Kürze nicht fest in der Hand gehalten werden könnten, mit einem Stiele versehen, wovon sie den Namen Stielkloben (étau à queue, *tail-vice*) erhalten. Die schmalmauligen Stielkloben führen bei den Uhrmachern den Namen Stiftenklöbchen (étau à goupilles, *pin vice*), weil sie zum Einspannen abzufeilender Stifte besonders bequem sind.

Mehrere Arten von Stielkloben, mit verschiedenen Abänderungen in der Einrichtung, sind für gewisse minder allgemeine Zwecke gebräuchlich. Hierher gehören die Stielkloben mit hohlem Stiele (welcher das Durchstecken eines zu bearbeitenden längeren Drahtes gestattet), und mehrere in der Uhrmacherei angewendete, wie das Kronrad-Stielklöbchen, das Unruh-Stielklöbchen oder Spindelklöbchen (étau à queue à balancier, *balance vice*), u. s. w.

III. Zangen.

Insofern die Zangen zum Festhalten von Arbeitstücken dienen, haben sie wesentlich einerlei Bestimmung mit den Feil- und Stielkloben; doch unterscheidet sich ihre Anwendung dadurch, daß man mit Zangen nur solche Gegenstände hält, welche keiner starken und lange dauernden Befestigung bedürfen. Die hier zu erwähnenden Zangen sind (außer den bekannten großen Beißzangen, tenailles, tricoises, *pincers*, welche man zum Ausziehen und gelegentlich Abkneipen von Nägeln u. dgl. gebraucht) von dreierlei Art:

a. Gewöhnliche Flachzangen (pincettes, bequettes, *plyers)*, mit schmalem, flachen Maule und gebogenen Schenkeln oder Griffen. Zuweilen bewirkt man durch eine zwischen die Schenkel gelegte Feder, daß die Zange von selbst sich öffnet, wenn man mit dem Drucke der Hand nachläßt[3]). Die Scharnierzange *(joint plyer)* ist eine Flachzange mit runden Auskerbungen im Maule, um die kurzen Röhrchen, woraus Dosen-Scharniere 2c. zusammengesetzt werden, beim Befeilen ihrer Enden festzuhalten[4]).

---

[1]) Mittheilungen 1856, S. 23. — Brevets 1844, T. 12, p. 54; T. 31, p. 238; T. 38, p. 69; T. 43, p. 76. — Génie ind., I. 59. — Jobard, Bulletin, XX. 32. — Polyt. Centr. 1851, S. 1029; 1856, S. 400.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XIV., S. 54.

[3]) Karmarsch, Mechanik, S. 44.

[4]) Werkzeugsammlung, S. 57. — Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Goldarbeiten, S. 165.

Die allgemein gebräuchlichen Flachzangen eignen sich nicht zum festen Halten etwas dicker Gegenstände, weil die inneren Maulflächen bei nur einigermaßen weiter Oeffnung eine sehr stark divergirende Stellung annehmen. Dieser Uebelstand ist bei den Parallelzangen[1]) beseitigt, welche so eingerichtet sind, daß die erwähnten Flächen sich stets von selber parallel stellen. — Da runde Gegenstände mit einer Flachzange überhaupt nicht gut gefaßt werden können, so gebraucht man für solche manchmal eigene Zangen oder zangenähnliche Instrumente; ein Beispiel ist die schon erwähnte Scharnierzange, ein anderes die Röhrenzange zum Halten und Drehen der schmiedeisernen Gasleitungsröhren[2]).

b. Schiebzangen (tenaille à boucle, *pin-tong, sliding tong)*, mit geraden Schenkeln, welche von einem länglich viereckigen Ringe (coulant) umfaßt werden; derselbe schließt die Zange, wenn man ihn herabschiebt, indem er auf die äußeren in geringem Grade divergirenden Begrenzungsflächen der Schenkel wirkt. Eine Feder öffnet sie, wenn der Ring hinaufgeschoben wird[3]). Das Maul *(chop)* ist, wie bei den Feilkloben, entweder breit (dann heißt das Werkzeug auch insbesondere *slidevice)* oder schmal *(slide-plyer)*.

Die Schiebzangen sind sehr zweckmäßig zum Einspannen kleiner und zarter Arbeitstücke, weil man nach dem Herabschieben des Ringes nicht ferner mit der Hand zu drücken braucht, um das Festhalten zu bewirken, und weil die geringe Kraft, mit welcher der Ring die Zange schließt, das Arbeitstück nicht beschädigen kann, wie öfters bei einem Feil- oder Stielkloben durch das Anziehen der Schraubenmutter der Fall sein würde. Mehrere besondere Arten der Schiebzangen sind bei den Uhrmachern gebräuchlich, wie die Steigradzange (pince aux roues de rencontre), Schraubenpolirzange, Zeigerzange (pince aux aiguilles) rc.

c. Federzangen, Pinzetten, Kornzangen, Kluppzangen oder Klüppchen (pincettes, brucelles, bruxelles, bercelles, *corn-tongs, tweezers)*[4]), kleine und schwache Werkzeuge, welche nur dazu dienen, zarte Gegenstände anzufassen und kurze Zeit zu halten, um sie zu besehen oder von einem Orte zum andern zu legen. Die einfachste Art dieser Zangen entsteht, wenn man einen etwa 150mm langen und 10mm breiten Streifen von Stahlblech oder hartgehämmertem Messingblech von der Mitte aus gegen beide Enden hin spitzig zufeilt, in der Mitte umbiegt und die dadurch gebildeten Schenkel so sehr einander nähert, daß sie nur etwa 5mm weit an den Spitzen klaffen. Ein leichter Fingerdruck reicht hin, sie ganz zu schließen; nach dem Aufhören desselben öffnen sie sich von selbst wieder. Oefters wird ein kleiner Schieber angebracht, der, vorgeschoben, das Wiederaufgehen verhindert, so lange er in seiner Stellung bleibt, oder das Zängelchen so eingerichtet, daß es durch die Federkraft seiner Schenkel von selbst stets geschlossen bleibt, sofern man nicht durch den Fingerdruck auf ein Paar Knöpfchen dasselbe öffnet. Das hintere oder obere Ende des Werkzeuges (wo die Schenkel sich vereinigen) versieht man manchmal mit einer Schaufel, um damit mehrere kleinere Gegenstände auf einmal aufnehmen zu können. Zum Anfassen sehr zarter Stücke bedient man sich messingener Federzangen mit Spitzen von Elfenbein oder Ebenholz. Auch doppelte Federzangen gibt es, aus zwei geraden 100 bis 120mm langen Schenkeln bestehend, die in der Mitte mit einander verbunden sind, sodaß jedes Ende für sich eine Zange darstellt.

---

1) Mittheilungen 1857, S. 271; 1861, S. 238. — Polyt. Centr. 1856, S. 1320; 1858, S. 656; 1862, S. 248. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 35.
2) Polyt. Centr. 1860, S. 1031.
3) Werkzeugsammlung, S. 56.
4) Karmarsch, Mechanik, S. 47.

Zweite Abtheilung.

Mittel zum Abmessen, Eintheilen und Linienreißen.

I. Linienreißer.

Um gerade Linien auf Metallarbeiten nach dem (eisernen oder stählernen) Lineale (règle, *rule)* zu ziehen, dient ein spitziger gehärteter Stahlstift, eine Radiernadel, Reißnadel, Reißspitze, pointe, *drawing point*, oder ein kleiner scharfer Haken, Reißhaken (*scriber*). Diese höchst einfachen Werkzeuge, deren Gebrauch von selbst klar ist, werden in ein hölzernes Heft gefaßt. Um den Lauf eingerissener Linien deutlicher hervortreten zu lassen, werden auf denselben in kurzen Abständen mittelst eines kegelförmig zugespitzten Stahlstäbchens (Körner, pointeau, *dotting punch, coner)* kleine kegelförmige Vertiefungen eingeschlagen.

Auf einer Röhre, überhaupt einem Zylinder, kann zum Ziehen einer Linie parallel mit dessen Achse das gewöhnliche Lineal nicht leicht und fest in der gehörigen Richtung angelegt werden. Man versieht es daher für diesen Zweck mit einer angeschraubten hölzernen Leiste, die sich das ganze Lineal entlang erstreckt und mit der Fläche des letzteren einen rechten Winkel bildet, welcher beim Gebrauche einen Bogen der Zylinderkrümmung umfaßt: auf diese Weise entsteht das sogenannte Rohrmaß, die Rohrlehre[1]).

Zur Aufsuchung des Mittelpunktes an den Endflächen gegossener oder geschmiedeter (auf der Drehbank zu bearbeitender) Zylinder dient eine Reißnadel in Verbindung mit einem sogen. Zentrirwinkel, d. h. einem aus Stahl gefertigten rechten Winkel, auf welchen ein Lineal so aufgeschraubt ist, daß die eine Kante desselben den Winkel halbirt. Man legt beim Gebrauch den Winkel so an das Arbeitstück, daß das Lineal auf der Endfläche aufliegt, deren Mittelpunkt gesucht wird, und zieht mit der Reißnadel am Lineal entlang; hierauf wiederholt man diese Manipulation bei einer zweiten Lage des Instrumentes und hat in dem Schnittpunkte der beiden Linien den fraglichen Mittelpunkt.

II. Streichmaß, Reißmaß, Parallelmaß, Parallelreißer (tracequin, trusquin, *marking gauge)*[2]).

Oft ist es nothwendig, gerade Linien parallel zu einer Kante des Arbeitstückes zu ziehen. Die Entfernungen mittelst des Zirkels abzumessen und dann die Linien nach dem Lineale zu ziehen, ist weitläufig und oft mit Ungenauigkeit verbunden. Das Streichmaß erleichtert und beschleunigt diese Arbeit. Es besteht gewöhnlich[3]) aus einem Stücke Eisen oder mit Eisen beschlagenem Holze (dem Anschlage), durch welches ein 150 bis 250mm langes Eisenstäbchen (der Riegel) geschoben ist. Letzteres wird in der Stellung, welche man ihm gegeben hat, mittelst einer Schraube befestigt. Es enthält an einem Ende eine rechtwinklig befestigte Stahlspitze, die auf das Arbeitstück zu stehen kommt und die Linie einreißt, wenn der Anschlag an die Kante gelegt und längs derselben fortgeführt wird. Indem man den Riegel mehr oder weniger aus dem Anschlage hervorzieht, wird die Entfernung der Linie vom Rande des Arbeitstückes beliebig verändert. Um hierin die größte Genauigkeit zu erreichen, wendet man zuweilen eine künstlichere Einrichtung an[4]).

Das stehende Streichmaß *(scriber block)*[5]) besteht aus einem scheibenförmigen Fuße mit ebener Bodenfläche, einem davon — rechtwinklig gegen jene Bodenfläche — sich erhebenden Stäbchen und einer auf letzterem verschiebbaren Hülse, durch welche unter rechtem Winkel gegen das Stäbchen eine lange Reißnadel gesteckt wird. Es erleidet aber

---

1) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX., S. 526.
2) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX., S. 521.
3) Art du Serrurier, par Hoyau; Paris 1826, p. 11. — Geißler's Drechsler, I. 87.
4) Karmarsch, Mechanik, S. 111. — Geißler's Drechsler, I. 87. — Mittheilungen 1857, S. 265. — Polyt. Centr. 1858, S. 651.
5) Mittheilungen 1857, S. 267. — Polyt. Centr. 1849, S. 1218; 1858, S. 652. — Polyt. Journ., Bd. 197, S. 309.

die Gestalt dieser Theile verschiedene Abänderungen[1]) und ist auch das Winkelstreichmaß (trusquin à équerre)[2]) hierher zu rechnen. Ist nun die Aufgabe, auf einem Arbeitstücke parallel zu einer gegebenen Fläche Linien vorzuzeichnen, so legt man dasselbe mit dieser Fläche auf eine vollkommen ebene gußeiserne Platte (Richtplatte, marbre, *surface plate)*, stellt auf letztere das Streichmaß mit seiner Fußfläche und führt es längs des Arbeitstückes hin. Eine andere sehr nützliche Anwendung dieses Werkzeuges ist die zum Anzeichnen von Punkten (Pointiren, pointage) in folgender Weise. Der Arbeiter (pointeur) sitzt vor der großen Richtplatte, welche mittelst der Wasserwage horizontal gestellt ist. Er erhält nun den zu fertigenden Gegenstand im Rohen gearbeitet oder gegossen und mit einer angehobelten Ebene (Richtebene) versehen, mit welcher derselbe auf die Platte gesetzt wird. Er liest sodann die Maße des Stückes von der Arbeitszeichnung ab. Auf der Platte steht vertikal ein Maßstab; an diesen rückt er das Streichmaß hin, stellt dessen Spitze auf das abgelesene Maß ein, schiebt das Werkzeug an die entsprechende Stelle vor das Arbeitstück, und markirt auf letzterem — durch einen Schlag gegen das hintere Ende der Reißnadel — einen Punkt. So entsteht nach und nach eine Reihe von Leitpunkten, deren Verbindung die auszuarbeitende Gestalt gibt, und die also bei der Bearbeitung als Richtschnur dienen.

III. Maßstäbe (échelle, règle, pied, mètre, *scale*, *rule)*[3]).

Die einfachsten und zuverlässigsten Maßstäbe (*standard rules*) bestehen bekanntlich aus einem eisernen, stählernen oder messingenen Stabe von rechteckigem Querschnitt, auf welchem die Längeneinheit mit ihren Unterabtheilungen eingerissen ist. Maßstäbe, welche man bequem in der Tasche tragen will, werden mit Scharnieren zum Zusammenlegen eingerichtet (Gelenkmaßstab, Klappmaßstab, Schmiege, mètre pliant) und sehr zweckmäßig mit besonderen Sperrungen ausgerüstet, welche bei ausgestrecktem Stabe die Drehbarkeit der einzelnen Scharniere aufheben (eichfähige Schmiegen).

Mit dem Namen Peripheriemaßstab bezeichnet man einen Maßstab, welcher die gewöhnliche Maßeintheilung in 3,1416facher Vergrößerung, aber mit unveränderter Bezifferung enthält (z. B. 942,5 Millimeter Länge in 300 Theile getheilt) und bei Anfertigung von Röhren oder Ringen aus Blech nützlich angewendet wird, weil für einen vorgeschriebenen Durchmesser auf diesem Maßstabe bei derselben Zahl sofort der Kreisumfang abzunehmen ist.

Um große Abmessungen, z. B. an Maschinen, vorzunehmen, eignet sich sehr gut ein Meßband (mesure en ruban, *measuring tape, tape-measure)*, nämlich ein gefirnißtes, mit der Eintheilung bedrucktes Leinen- oder Seidenband, welches bei bedeutender Länge nur wenig Raum einnimmt und in einer scheibenförmigen Büchse von Holz oder Messing auf einer Spindel aufgerollt ist (daher auch Rollmaß). Das Ende ragt durch eine Oeffnung am Umkreise der Büchse hervor, damit man das Band nach Erforderniß abwickeln und herausziehen kann. Oft bringt man im Innern der Büchse eine spiralförmige Feder an, welche das Band von selbst wieder aufwickelt, sobald man es nicht mehr angespannt hält (*spring tape-measure*)[4]). Damit das Band sich nicht streckt, webt man wohl zwei dünne Drähte in dasselbe ein.

Große Bequemlichkeit gewährt ein stählernes Meßband, nämlich ein 8 bis 10mm breiter, 1,5 bis 5m langer Streifen sehr dünnen hartgewalzten Stahlbleches, auf dessen beiden Flächen beliebige Theilungen geätzt sind (gewöhnlich so, daß Theilstriche und Ziffern glänzend auf mattgrauem Grunde erscheinen). Man mißt damit leicht Kreisumfänge und Krümmungen überhaupt, findet auch — wenn die Theilung der einen Seite 3,1416fach vergrößertes Maß enthält — aus einem gemessenen Kreisumfange sofort durch Ablesen ohne Rechnung den dazu gehörigen Durchmesser. Vor gewebten Meßbändern (bei denen diese Einrichtung selbstverständlich ebenfalls angebracht werden kann) hat das Stahlband den Vorzug, daß es dauerhafter ist und sich nicht streckt.

---

[1]) Mittheilungen 1857, S. 268. — Polyt. Centr. 1858, S. 653.
[2]) Mittheilungen 1857, S. 270. — Polyt. Centr. 1858, S. 655.
[3]) Technolog. Encyklopädie, IX. 488.
[4]) Mittheilungen, Lief. 24 (1841), S. 241. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 155.

IV. Zirkel (compas, *compasses*)[1]).

Die Anwendung der gewöhnlichen Zirkel zum Messen und Eintheilen, sowie zum Zeichnen von Kreisen oder Kreisbögen, darf als bekannt angenommen werden. In den Werkstätten der Metallarbeiter kommen folgende wesentlich verschiedene Arten von Zirkeln vor:

a. Gerade Scharnierzirkel (compas à charnière, compas droit, *compasses*), deren beide Schenkel durch ein Scharnier (charnière, *joint*) zusammenhängen, wie bei den Zirkeln, welche man gewöhnlich in den Reißzeugen findet. Sie sind meistens von Stahl gemacht und mit gehärteten Spitzen versehen, oder bestehen aus Eisen mit stählernen (entweder angeschweißten oder eingesteckten, dann durch Druckschrauben gehaltenen) Spitzen; doch gebraucht man für feinere Arbeit auch messingene mit eingesteckten stählernen Füßen. Ein gehörig starker Bau muß wesentlich berücksichtigt werden, da der Metallarbeiter das Werkzeug nicht immer so zart behandeln kann, wie ein Zeichner. Der Kopf oder das Scharnier ist daher dick und breit, die Schenkel sind dick und die Spitzen nicht schlank verjüngt, sondern kurz angeschliffen, rund und nicht zu fein. Selbst beim Schmieden gebraucht man dergleichen Zirkel, um die Dimensionen der Arbeitstücke nachzumessen (Feuerzirkel); noch weit häufiger ist deren Gebrauch an der Werkbank. Ist die Aufgabe gestellt, um ein kreisrundes Loch einen damit konzentrischen Kreis zu beschreiben, so wird in den einen Fuß eine dicke kegelförmige Spitze gesteckt, welche nicht ganz in das Loch einsinkt (*bullet compasses, cone compasses, club compasses*). Zuweilen macht man die Schenkel ein wenig nach einwärts krumm, damit auch bei etwas großer Oeffnung die Spitzen nicht zu schief aufstehen. — Da man oft in dem Falle ist, eine bestimmte Oeffnung des Zirkels längere Zeit mit Sicherheit unverändert erhalten zu müssen, ein gewöhnlicher Zirkel aber durch zufälliges Anstoßen leicht sich verstellt, so ist es ebenso zweckmäßig als gebräuchlich, mit dem einen Schenkel einen eisernen oder stählernen Kreisbogen zu verbinden, der den Mittelpunkt seiner Krümmung in dem Scharniere hat, durch ein Loch des anderen Schenkels durchgeht und in demselben mittelst einer Druckschraube befestigt wird: Bogenzirkel, compas à quart de cercle, *wing-compasses*. Zur genauesten Einstellung der Spitzen wird dann öfters der Bogen mit einer Mikrometer-Schraube versehen, welche man umdreht, nachdem die Druckschraube schon angezogen und die Oeffnung annähernd bereits berichtigt ist.

Es gibt auch Bogenzirkel, deren Bogen auf seiner konvexen Seite gezahnt ist; in dem Schenkel, durch welchen der Bogen sich schiebt, ist dann ein kleines Getriebe angebracht, dessen Umdrehung, rechts oder links, den Zirkel schließt oder öffnet, ohne daß man die Schenkel unmittelbar mit der Hand bewegt (*rack-compasses*). Eine genauere Einstellung als bei den einfachen Bogenzirkeln ohne Mikrometerschraube wird zwar hierdurch möglich; allein der Eingriff des Getriebes mit dem Bogen ist selten in dem erforderlichen Grade sanft und dauerhaft. — Mit Weglassung des Bogens erreicht man feine Bewegung zugleich mit unverrückbarer Stellung auch wohl dadurch, daß man Oeffnen und Schließen des Zirkels mittelst einer langen geraden Schraube oder mittelst einer Schraube ohne Ende im Kopfe bewirkt.

b. Federzirkel (compas élastique, compas à ressort, *spring-divider*). Die Schenkel hängen mit einander durch eine bogenförmige (zuweilen selbst zwei Mal wie ein Schraubengang gewundene) stählerne Feder zusammen; und diese, welche nebst den Schenkeln aus dem Ganzen gearbeitet ist, strebt, den Zirkel bis zum äußersten Grade zu öffnen. Eine bestimmte erforderliche Oeffnung erhält man dadurch, daß mit dem einen Schenkel eine lange Schraube verbunden ist, welche ungehindert durch ein Loch des anderen Schenkels geht und außerhalb des letzteren eine Flügelmutter

---

[1]) Werkzeugsammlung, S. 61. — Karmarsch, Mechanik, S. 44, 47, 108, 109, 110, 112, 192. — Art du Serrurier, par Hoyau, Paris 1826, p. 5, 11. — Geißler's Drechsler, I. 81. — Polyt. Centr. 1849, S. 1217; 1858, S. 250, 1046. — Polyt. Journ., Bd. 118, S. 184. — Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 104; Jahrg. 1854, S. 20; 1856, S. 24.

hat. Wird die Mutter rechts umgedreht, so treibt sie die Schenkel einander näher; dreht man sie links, so gestattet sie eine größere Oeffnung vermittelst der Elastizität der Feder.

Die Schraube ist entweder gekrümmt (ähnlich wie der Bogen bei den Bogenzirkeln); oder das Loch für dieselbe im zweiten Schenkel ist länglich, die Schraube selbst aber in ihrem Befestigungspunkte um einen Stift drehbar, d. h. einer kippenden Bewegung fähig; auf diese oder jene Art wird eine Klemmung bei der verschiedenen schrägen Stellung der Schenkel vermieden. Die Federzirkel empfehlen sich durch Bequemlichkeit des Gebrauches und durch sicheres Festhalten der Stellung, werden daher häufig angewendet, doch niemals zu großer Arbeit, daher sie selten über 150mm lang sind.

c. Stangenzirkel (compas à verge, *beam-compasses, radius gauge)*. Zwei Fälle sind es vorzüglich, in welchen die Stangenzirkel vor den übrigen Arten der Zirkel wesentliche Vorzüge haben, oder gar unentbehrlich werden: erstens, wenn man sehr großer Oeffnungen bedarf; zweitens, wenn wegen der Festigkeit oder zur Herstellung genauer Eintheilungen eine senkrechte Stellung der Spitzen gegen die Fläche der Arbeit unerläßlich ist. Nach diesen verschiedenen Umständen bedarf man der Stangenzirkel von allen Größen, sodaß die Stange von 50mm bis zu 1,5m und mehr Länge hat. Die Haupt-Einrichtung stimmt mit jener der Stangenzirkel, die man beim Zeichnen gebraucht, überein. Die Schenkel oder Spitzen sind nicht wohl über 50mm lang, lassen sich mit ihren Hülsen auf der Stange verschieben und mittelst Druckschrauben feststellen. Oft ist eine Spitze unbeweglich mit der Stange verbunden, oder doch nur sehr wenig, mittelst einer Mikrometerschraube, beweglich, um die genaueste Berichtigung der Einstellung zu gestatten; eine Mikrometerschraube zu dem angegebenen Zwecke ist überhaupt bei jedem guten Stangenzirkel nothwendig. Bei kleinen Zirkeln macht man wohl die eine Spitze ganz unbeweglich und versieht die zweite mit einer Schraube, durch welche sie bewegt wird, ohne daß eine Schiebung aus freier Hand überhaupt möglich ist. Die Stange ist aus Eisen, Stahl oder Messing (im letzteren Falle sehr zweckmäßig, Leichtigkeit mit Festigkeit vereinigend, von einem gezogenen Rohre gebildet). Nur sehr lange Stangen macht man zuweilen von Holz, wozu am besten recht trockenes Mahagoni- oder Birnbaumholz gebraucht wird.

Gut ist es, für einen Zirkel zwei oder drei Stangen von verschiedener Länge zu besitzen, die man nach Bedarf mit einander wechselt, um bei kleinen Arbeiten nicht durch die Unbequemlichkeit einer langen Stange belästigt zu werden; in derselben Absicht werden messingene hohle Stangen auch wohl so eingerichtet, daß man sie durch angesteckte Stücke verlängern kann. Die Form der Stange ist nicht gleichgültig; viereckige Stangen und überhaupt solche, welche eine Fläche nach unten kehren, sind zu verwerfen, weil sie leicht beim Anziehen der Druckschrauben eine Abweichung der Spitzen gestatten; nach oben muß dagegen jederzeit eine Fläche sein, um den Stützpunkt für die Druckschrauben darzubieten. Daher macht man am besten die Stange dreieckig oder fünfeckig und stellt nach unten eine Kante, nach oben eine Fläche. — Mit den Stangenzirkeln sind einige Vorrichtungen verwandt, deren man sich beim Kupferstechen bedient, um einzelne oder konzentrisch liegende Kreise zu ziehen, und welche durch ihre Festigkeit und Unwandelbarkeit Vorzüge vor den gewöhnlichen Stangenzirkeln und Federzirkeln besitzen[1]).

d. Dickzirkel, Greifzirkel, Tastzirkel, Taster (compas d'épaisseur, *callipers, caliber-compasses*). — Um bei der Bearbeitung von Zylindern und anderen, theils runden, theils nicht runden Körpern die Dicke derselben zu messen, gebraucht man Zirkel mit stark einwärts gekrümmten Schenkeln und stumpfen Enden. Uebrigens sind dies theils Scharnierzirkel mit oder ohne Bogen (im ersten Falle, *wing-callipers*, oft mit Mikrometer-Stellung, zuweilen mit gezahntem Bogen und Getriebe, *rack-callipers*); theils Federzirkel, *(spring-callipers, springy callipers)*.

Das Triebmaß (calibre à pignons, *pinion-gauge)* der Uhrmacher ist ein kleiner Dickzirkel, dessen wenig gebogene Schenkel ohne Scharnier und Feder fest mit einander und mit einem kurzen Griffe verbunden sind, in sich selbst aber Elastizität genug besitzen, um dem Drucke einer Schraubenmutter (welche nebst ihrer Schraube gleichwie bei den

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 2 (1834), S. 83; Lief. 9 (1836), S. 120.

gewöhnlichen Federzirkeln angebracht ist) nachzugeben. Kleine Dickzirkel macht man öfters von Messing, die größeren immer von Stahl. Versieht man die äußersten Enden der Schenkel mit rechtwinklig aufgesetzten feinen Spitzen (welche so gestaltet sein müssen, daß sie bei völliger Schließung des Zirkels genau an einander passen und nur eine Spitze bilden), so kann der Dickzirkel dazu dienen, eine gemessene Dicke auf Papier abzutragen, oder die auf einer Zeichnung abgenommenen Durchmesser an dem Arbeitstücke nachzumessen. — Doppelte Dickzirkel *(double callipers)* sind solche, deren Schenkel die Gestalt eines S haben und in der Mitte durch ein Scharnier mit einander verbunden sind, sodaß das Werkzeug im ganz geschlossenen Zustande die Form der Ziffer 8 darbietet (daher der französische Name: huit de chiffre). Die beiden Enden geben stets genau einerlei Oeffnung, und der zur Hand genommene Zirkel braucht daher nie umgedreht zu werden, um ihn in die rechte Lage zu bringen. Auch kann, während man mit dem einen Schenkelpaare eine Dicke mißt, das Maß an dem zweiten Paare beobachtet werden in Fällen, wo die Gestalt des Arbeitstückes eine Verrückung des Zirkels beim Abziehen unvermeidlich macht (z. B. bei Messung der Bodendicke eines Gefäßes). Zuweilen sind an solchen doppelten Zirkeln die Schenkel der einen Seite gerade, die andern gebogen. Dann dient, bei ganz gleicher Länge der Schenkel, die gebogene Seite als Dickzirkel, um einen Durchmesser zu prüfen, den man mit den geraden Schenkeln auf einer Zeichnung abgenommen hat. Werden die geraden Schenkel in dem Verhältnisse von 22 : 7 länger gemacht, als die bogenförmigen, so geben erstere den ausgebreiteten Umfang eines Kreises an, dessen Durchmesser durch die Oeffnung der kurzen Schenkel angezeigt wird: man kann auf diese Weise z. B. schnell die Breite eines Blechstreifens angeben, der, zylindrisch zusammengebogen, eine Röhre von bestimmtem Durchmesser liefert (Röhrenzirkel). — Zuweilen kommen Dickzirkel in Form von Stangenzirkeln vor, die sich von den gewöhnlichen Stangenzirkeln dadurch unterscheiden, daß die Schenkel gegen einander gekrümmt und an den Enden stumpf sind.

An dem Scharniere des einfachen Dickzirkels kann ein damit konzentrischer eingetheilter Kreis oder Kreisbogen angebracht werden, auf welchem man bei jeder Stellung der Schenkel die Größe der Oeffnung in Maßtheilen abliest; diese Skale ist mit dem einen Schenkel aus dem Ganzen gemacht, der Zeiger dazu sitzt an dem andern Schenkel, die Theilung wird am besten durch versuchsweises Oeffnen des Zirkels auf verschiedene an einem Maßstabe damit abgenommene Maße (wobei man jedes Mal den Standpunkt des Zeigers bezeichnet) hergestellt[1]). Ein Zirkel dieser Art von nur 125mm Länge ist durch eine geringe Modifikation seiner Gebrauchsweise zum (ziemlich genauen) Messen großer Zylinder — bis 1m Durchmesser — tauglich, wobei er nur einen kleinen Bogen des Umkreises umspannt[2]). Noch größere Genauigkeit in der Ablesung ist zu erreichen, wenn man die beiden Schenkel über das Scharnier hinaus geradlinig verlängert und die Enden der Verlängerungen durch eine feingängige mit getheiltem Kopf versehene Schraubenspindel verbindet[3]).

e. Hohlzirkel *(inside callipers)*. Sie haben die Bestimmung, den Durchmesser von Höhlungen zu untersuchen. Die einfachen Hohlzirkel bestehen aus zwei durch ein Scharnier verbundenen Schenkeln, deren äußerste Enden auswärts gebogen und stumpf sind. Höhlungen, die im Innern sich erweitern, können damit nicht gemessen werden, weil man den Zirkel nicht durch die Oeffnung herauszuziehen vermag, ohne ihn zusammenzudrücken. Für solche Fälle verlängert man daher die Schenkel jenseits des Scharniers und verbindet mit einer der Verlängerungen einen Gradbogen, auf welchem die andere als Zeiger sich bewegt. Ist der Zirkel in die Höhlung eingebracht und bis zur Berührung seiner Schenkel mit den Wänden geöffnet, so beobachtet man den Stand des Zeigers auf dem Gradbogen, schließt hierauf den Zirkel, um ihn herausziehen zu können, und öffnet ihn endlich wieder so weit, daß der Zeiger auf seinen vorigen

[1]) Polyt. Journ., Bd. 95, S. 428. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 5 (1845), S. 543; Jahrg. 1862, S. 728. — Mittheilungen 1862, S. 23. — Schweiz. Z. 1862, S. 117.

[2]) Polyt. Mittheilungen, Bd. I., S. 222. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. V., S. 541; Jahrg. 1862, S. 728. — Notizblatt des hannoverschen Gewerbevereins 1845, Blatt 2. — Mittheilungen 1856, S. 321; 1862, S. 23. — Schweiz. Z. 1862, S. 117.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 182, S. 370.

Standpunkt kommt; die Schenkel geben nun die gemessene Weite an. Es kann au die Skale so eingerichtet werden, daß direkt an ihr Theile einer beliebigen Maßei heit abzulesen sind.

Ein einfacher Dickzirkel wird ohne Weiteres als Hohlzirkel brauchbar, wenn ma seine bogenförmigen Schenkel um das Scharnier dergestalt dreht, daß die Enden derselbe nicht gegen einander, sondern aus einander sehen. Sehr oft aber sind Hohl- und Dic zirkel in einem Werkzeuge mit einander verbunden, indem man die Schenkel über de Scharnier hinaus verlängert und ihnen auf der einen Seite die Gestalt eines Dickzirkel auf der andern die eines Hohlzirkels gibt. Wesentlich ist hierbei, daß die Oeffnunge beider Seiten stets einander genau gleich sind. Man kann mit einem solchen Werkzeug z. B. die Weite einer Höhlung messen, in welche ein Zylinder von gegebenem Durchmess passen soll, oder umgekehrt. Ein kleiner Zirkel dieser Art führt in den Uhrmacher-Wer stätten (wegen seiner Gestalt, die einer menschlichen Figur mit ganz auswärts gedrehte Füßen entfernt ähnlich ist) den Namen Tanzmeister (maître de danse).

f. Mikrometer-Zirkel (micromètre)[1]. Dieser Name soll hier mehrere In strumente bezeichnen, welche in der Einrichtung erheblich von einander abweichen jedoch das Gemeinschaftliche haben, daß sie ein genommenes Maß bedeutend ver größert darstellen, und daher sehr feine Abmessungen gestatten. Dieser Zweck wird hauptsächlich auf dreierlei Weise erreicht: α) die Schenkel eines Dickzirkels sind jen seits des Scharnieres bedeutend und in gerader Gestalt verlängert; am äußersten End trägt eine der Verlängerungen einen Gradbogen, die andere einen dazu gehörigen Nonius. β) Der eine Schenkel ist auf einem kleinen Gestelle befestigt; der zweite allein bewegliche Schenkel verlängert sich jenseits des Drehungspunktes in eine lang Nadel, welche auf einem festliegenden Gradbogen die Oeffnung vergrößert angibt γ) Die vorige Einrichtung ist dahin abgeändert, daß die Fortsetzung des beweglichen Schenkels nicht selbst den Zeiger bildet, vielmehr durch Verzahnung oder auf andere Weise einen besondern Zeiger treibt, der auf einem Gradbogen oder auf einem eingetheilten Kreise (einem Zifferblatte) seinen Weg durchläuft. Das Akribometer beruht auf einem verschiedenen Prinzipe und ist eine Art von kleinem Stangen zirkel, der längs eines schräg gestellten Maßstabes verschoben, und dadurch mehr oder weniger geöffnet wird, weil die Richtung der Bewegung mit dem Maßstabe einen Winkel bildet.

Zum genauen Messen geringer Dicken, wie von Uhrfedern, feinen Drähten u. s. w. (vergl. S. 192) sind Instrumente von den genannten Einrichtungen sehr nützlich zu ge brauchen. In der Uhrmacherei können sie dienen, um die zarten Zapfen der Räderwellen zu messen, und zu untersuchen, ob dieselben an allen Stellen ihrer Länge einerlei Durch messer haben (daher in diesem Falle der Name: Zapfenzirkel).

Erwähnung verdient anhangsweise das Verfahren, durch Repetition (Vervielfälti gung) des Maßes kleine Gegenstände mit erhöhtem Grade von Genauigkeit auch ohne Hülfe künstlicher Instrumente zu messen, wenn man nur einen guten gewöhnlichen Zirkel und einen richtig getheilten feinen Maßstab hat. Um z. B. die Dicke eines feinen Drahtes zu finden, wickelt man denselben 20, 30, 100 Mal um einen glatten Zylinder (einen dicken Draht, einen Glasstab oder dgl.), schiebt dabei die gezählten Windungen dicht aneinander, mißt mit Zirkel und Maßstab den Raum, welchen sie einnehmen, und theilt diese Größe durch die Anzahl der Windungen. Eine Anzahl gleich großer Kugeln längs eines Lineales an einander gelegt, der Gesammtraum gemessen und durch die Anzahl dividirt, gibt den Durchmesser einer einzelnen Kugel genauer als man ihn unmittelbar abmessen könnte, und zugleich ein Durchschnittsmaß, sofern die Kugeln nicht völlig gleich sind (z. B. Flinten schrotkörner). Geht ein mit dem Zirkel gefaßtes Maß nicht in ganzen Theilen des Maß stabes auf, so trägt man es zu wiederholten Malen auf den Maßstab, bis man mit der Zirkelspitze einen Theilstrich trifft, und findet dann durch Division den Betrag des ein fachen Maßes in kleineren Unterabtheilungen als der Maßstab selbst darbietet. Hätte man z. B. gefunden, daß durch neunmalige Wiederholung, auf einem in Millimeter getheilten

[1]) Jahrbücher, X. 30; XVIII. 28. — Geißler's Uhrmacher, III. 130; V. 129. — Bulletin d'Encouragement 1831, p. 481. — Polyt. Journ., Bd. 44, S. 115. — Poggendorff's Annalen der Physik, Bd. 22 (Leipzig 1831), S. 238. — Deutsche Gewerbezeitung 1861, II., S. 225.

Maßstabe, das abgetragene Maß genau 62 mm einnimmt, so wäre die gemessene Größe = $^{62}/_{9}$ oder $6^{8}/_{9}$ mm ꝛc.

V. Lehren [1]).

Unter einer Lehre (calibre, *gauge*, *gage*, *guage*, *template*, *templet)* versteht man im Allgemeinen ein Geräth, welches eine Oeffnung oder einen Ausschnitt oder eine Hervorragung von bestimmter Größe darbietet, damit man im Stande sei, die Gestalt oder die Größe eines Arbeitstückes, oder beide zugleich, nach dieser Vorschrift zu bilden und mittelst derselben zu prüfen. Bei vielen Gelegenheiten werden dergleichen angewendet, und ihre Gestalt kann sehr verschieden sein, unterliegt auch in der That so vielen Modifikationen, als die Verschiedenheit des Zweckes oder das Gutdünken des Arbeiters hineinzubringen vermögen. Einige Beispiele werden dies deutlich machen. Bei der Verfertigung mancher gedrechselter Gegenstände, die genau nach einer Zeichnung oder nach einem vorliegenden Musterstücke ausgearbeitet werden müssen, würde es oft viel zu weitläufig sein, alle Dimensionen mit dem Zirkel nachzumessen, um sich von der Richtigkeit der Arbeit zu überzeugen. Man macht sich daher eine Lehre, indem man das halbe Profil des Gegenstandes (z. B. einer Vase, einer Säule u. dgl.) in Messingblech ausschneidet und dieses von Zeit zu Zeit an die Arbeit hält, um zu erkennen, wo noch nachzuhelfen ist, damit die Uebereinstimmung vollkommen werde. Um die Schleifschalen zu optischen Gläsern auf der Drehbank zu verfertigen, gebraucht man als Lehre ein Stück Blech, dessen Rand nach der Gestalt eines Kreisbogens von dem erforderten Halbmesser geschnitten ist: wenn die Krümmung der Lehre genau in die ausgedrehte Höhlung paßt, so ist letztere richtig vollendet. Auf ähnliche Weise verfährt man bei anderen schalenartig vertieften Stücken. Um mehrere Metallstücke in vorgeschriebener gleicher Breite oder Dicke auszufeilen, macht man in ein Stück Stahl- oder Eisenblech einen Einschnitt von gehöriger Breite und bearbeitet alle Stücke so, daß sie in denselben passen, wodurch man bequemer zum Ziele gelangt, als wenn man stets mit dem Zirkel abmessen wollte.

Von ähnlicher Art ist die Schlüssellehre der Schlosser, wonach die Bärte mehrerer Schlüssel übereinstimmend ausgefeilt werden. Die Höhe des Bartes wird durch einen Ausschnitt am Rande der Lehre geprüft, die Breite und Dicke durch eine schlüssellochförmige Oeffnung auf der Fläche derselben; auch für die Dicke des Schlüsselschaftes oder Rohres ist ein Einschnitt wie für den Bart angebracht. Oft hat man Lehren vorräthig, an denen eine Anzahl verschiedener Einschnitte enthalten ist, unter welchen man für jeden einzelnen Fall den tauglichen auswählt. Eine solche Bestimmung haben die Drahtlehren oder Drahtklinken (S. 192). Die Durchmesser von Löchern oder Röhren vergleicht man bequem mittelst einer Lehre, welche eine schmale, schlank keilförmige und durch Querstriche beliebig eingetheilte Stahlplatte ist. Zwei Oeffnungen, in welche dieses Instrument sich gerade bis zum nämlichen Theilstriche einschieben läßt, werden dadurch als übereinstimmend erkannt. Der Kaliberstab, mit welchem man in Gewehrfabriken die Weite der Läufe erforscht, ist von dieser Beschaffenheit. Die eigentlichen Zylinderlehren *(cylindrical gauges)* der Maschinenbauer bestehen aus einem stählernen kreiszylindrischen (mit Handgriff versehenen) Dorn *(plug)* und einem genau auf denselben passenden (mit einigem Widerstand darauf hin- und herzuschiebenden) Stahlring *(ring)*; dieselben finden in solchen Fällen vortheilhafte Verwendung, wo ein Massivzylinder und ein Hohlzylinder (z. B. Zapfen und Lager) mit Genauigkeit zusammengepaßt werden und in ihrer Dicke, beziehentlich Weite einem bestimmten Maß entsprechen sollen. Gut eingerichtete Werkstätten haben einen ganzen Satz in den Dimensionen passend abgestufte Paare solcher Lehren. Dieselben lassen eine Genauigkeit von $^{1}/_{40}$ mm im Durchmesser kreiszylindrischer Oberflächen erreichen.

Hat man Blechstücke nach vorgeschriebenen Umrissen auszufeilen (wie z. B. die Platinen, Unden und Kupfer am Strumpfwirkerstuhle u. dgl. m.), so legt man sie (im Schraubstocke) zwischen zwei gehärtete Stahlplatten, welche die erforderliche Gestalt besitzen, und meißelt oder feilt Alles weg, was über den Umriß dieser Lehre (oder dieses Modelles) hervorragt. Die Fensterkluppe der Schlosser, zum Aushauen der

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX. Artikel: Lehre.

Fensterbeschläge, ist in Zweck, Einrichtung und Gebrauchsweise ganz ähnlich. Um mehrere Plättchen von genau gleicher und vorgeschriebener Dicke zu erhalten, legt man jedes einzeln in eine angemessene Vertiefung eines Stahlstückes, welches als Lehre dient, und feilt das Plättchen so lange ab, bis es mit der Fläche der Lehre eben ist und die Feile auf letzterer aufläuft.

Sehr bequem und allgemein angewendet sind Lehren mit veränderlicher Oeffnung, die man nach dem Bedürfnisse stellt, indem ein Theil derselben auf dem andern verschiebbar ist (Schublehre, Schieblehre, calibre coulant, *slide gauge, calliper*[1]). Man kann sich dieses Werkzeug als einen Stangenzirkel vorstellen, welcher statt der Spitzen stumpfe Schenkel enthält, deren Seitenflächen rechtwinklig gegen die Stange stehen. Der zu messende Gegenstand wird in den Raum, welchen die gehörig gestellten Schenkel zwischen sich lassen, eingelegt.

Hierbei kommen mancherlei Abänderungen vor; man bringt z. B. nebst dem einen, mit der Stange fest verbundenen Schenkel zwei bewegliche Schenkel an; oder man bewirkt (wie bei dem hierher gehörigen Pfeilermaße der Uhrmacher) die Führung des beweglichen Schenkels mittelst einer Schraube statt aus freier Hand und erhöht die Genauigkeit der Ablesung durch Anbringung eines Nonius[2]) (pied à coulisse, *vernier calliper*) ꝛc. Zur Prüfung des Durchmessers und der richtigen Stellung der Eisenbahnwagenräder sind Schublehren nützlich, welche zugleich das Profil des Radkranzes kontroliren[3]). Durch entsprechende Abänderungen werden derartige Schublehren zum Messen der Tiefe von Höhlungen oder der Höhe hervorragender Theile geeignet[4]), sowie bei angemessen modifizirter Theilung zur Auffindung des Durchmessers von Kreisen aus einem kleinen Bogen derselben[5]). — Eine mit Maßeintheilung versehene Schublehre zum Messen des Stabeisens und starker Bleche wird zuweilen mit einer Drahtklinke verbunden[6]). — Zum Gebrauch beim Abdrehen von Kegelrädern ist eine aus mehren Theilen zusammengesetzte (für verschiedene Durchmesser und Radformen passende) Lehre (Konuszirkel) in Gebrauch gekommen[7]).

VI. Winkelmaße[8]).

Das gewöhnliche oder eigentliche Winkelmaß (équerre, *square*), auch Winkelhaken oder schlechtweg Winkel genannt, welches als aus zwei rechtwinklig aneinander gefügten stählernen Linealen bestehend angesehen werden kann, dient theils zum Prüfen rechtwinkliger Kanten, überhaupt zur Untersuchung, ob zwei benachbarte Flächen unter rechtem Winkel zu einander liegen (wobei man den inneren Winkel desselben an die Arbeit legt), theils zur Kontrolirung einspringender rechter Winkel, wozu man es mit seinen äußeren Rändern anschlägt, theils um Linien rechtwinklig gegen den Rand eines Arbeitstückes zu ziehen. Im letzteren Falle, wo das Winkelmaß flach aufgelegt wird, muß ein Schenkel desselben mit einem Anschlage (d. h. einem an die Arbeitskante zu legenden Vorsprunge) versehen sein (Anschlagwinkel). Zu diesem Behufe wird auf der äußeren Kante des einen Schenkels rechtwinklig eine schmale Leiste angelöthet oder angenietet, welche über beide Flächen des Werkzeuges vorspringt (Winkelmaß mit Falz, équerre à chapeau, *rim square*); oder man macht den einen Schenkel von Messing und bedeutend dicker als den andern, welcher

---

1) Art du Serrurier, par Hoyau, Paris 1826, p. 4. — Karmarsch, Mechanik, S. 108. — Geißler's Drechsler, I., Taf. XI., Fig. 6.
2) Jahrbücher XVIII. 29. — Mittheilungen, Lief. 24 (1841), S. 244. — Polyt. Centr. 1842, Bd. I., S. 158. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 3 (1842), S. 61. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1842, S. 299.
3) Polyt. Centr., Jahrg. 1849, S. 661; 1850, S. 1483.
4) Mittheilungen 1855, S. 231; 1856, S. 199. — Polyt. Centr. 1855, S. 1169; 1856, S. 1440. — Polyt. Journ., Bd. 138, S. 90. — Schweiz. Z. 1856, S. 164.
5) Mittheilungen 1856, S. 323. — Schweiz. Z. 1857, S. 44.
6) Mittheilungen, Lief. 66, 67 (1852), S. 223.
7) Ztschr. d. Ing. 1866, S. 210. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 212.
8) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX., S. 501. — Geißler's Drechsler, I. 79.

von Stahl ist und mitten in die Dicke des ersteren eingelassen wird. Zuweilen macht man das Winkelmaß doppelt, sodaß es die Form eines T erhält.

Ein Winkelhaken, an welchem der eine Schenkel um seine eigene Achse drehbar ist[1]), kann dazu dienen, von zwei Flächen, an welche er gelegt wird, die eine aus einem Punkte nach allen Richtungen zu bestreichen (drehbarer Winkel).

Das Tiefenmaß (der Ausdrehwinkel, Lochwinkel, Schubwinkel, *sliding square, turning square*) hat die Gestalt eines rechtwinkligen Kreuzes, indem ein stählernes Lineal quer mitten durch den messingenen Anschlag gesteckt ist und nach Erforderniß verschoben werden kann. Allenfalls kann das Lineal mit einer Eintheilung versehen sein. Bei Gefäßen und anderen hohlen Gegenständen kann mittelst dieses sehr nützlichen Werkzeuges — indem der Anschlag quer über die Oeffnung gelegt, das Lineal aber bis auf den Boden hineingeschoben wird — sowohl die Tiefe gemessen, als auch untersucht werden, ob die Wand der Höhlung rechtwinklig gegen die Oberfläche steht und ob der Boden völlig eben und mit der Oberfläche parallel ist. Der Name Ausdrehwinkel kommt von der Anwendung des Instrumentes beim Ausdrehen von Höhlungen.

Eines dem Schubwinkel an Gestalt ziemlich ähnlichen Instrumentes[2]) kann man sich bedienen, um den Durchmesser großer runder Gegenstände durch Umspannung eines kleinen Bogens derselben zu finden.

Andere als rechte Winkel mißt und überträgt man mittelst des Schrägmaßes, Schrägwinkels, der Schmiege (sauterelle, fausse-équerre, équerre pliante, béveau, biveau, *bevil, bevel*). Dies ist ein Winkelmaß, dessen beide Schenkel durch ein Scharnier verbunden sind und welches sich demnach wie ein Zirkel mehr oder weniger öffnen läßt. Gewöhnlich ist der eine Schenkel (der als Anschlag dient) viel dicker, und der andere, ein dünnes, stählernes Lineal, legt sich ganz in einen Spalt des ersteren, wenn das Werkzeug geschlossen wird. Man hat auch ein doppeltes Schrägmaß von der Gestalt eines T, wobei das Scharnier mitten in dem Anschlage liegt (T *square*).

Feine, zu sehr genauer Arbeit bestimmte Schrägwinkel versieht man mit einem in Grade getheilten Bogen[3]) oder Halbkreise, um die vorschriftmäßige Stellung zu erleichtern; ja wohl überdies mit einer Schraube ohne Ende, durch deren sanfte und langsame Bewegung die Einstellung auf das Schärfste bewirkt werden kann. Zum Gebrauch der Drechsler und sonst mannigfach ist ein Schrägwinkel mit Gradbogen bequem, woran der eine Schenkel durch Verschiebung (wie an dem oben erwähnten Schubwinkel) länger und kürzer gemacht werden kann *(turning bevel)*.

VII. Theilmaschinen (machine à diviser, *dividing-engine*).

Die Eintheilung von Kreisen und geraden Linien in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile wird — sofern ein mäßiger Grad von Genauigkeit genügt und keine bessere Vorrichtung zu Gebote steht, mittelst eines Federzirkels, zweckmäßiger mittelst eines kleinen Stangenzirkels ausgeführt, wobei man mit größeren Abtheilungen anfängt und diese nachher in kleinere Theile weiter zerlegt. Die hierzu angewendeten Zirkel (im Besonderen Theilzirkel, compas à diviser, *divider* genannt) müssen mit feinen Spitzen versehen sein und bekommen oft noch eine Einrichtung, welche gestattet, die Theilpunkte durch leise auf den Zirkel geführte Hammerschläge zu markiren, sofern der Händedruck hierzu nicht genügend erscheint. Zirkeltheilungen können jedoch — abgesehen von dem großen Zeitaufwande, welchen sie verursachen — beim Gebrauch der besten Stangenzirkel, mit dem schärfsten und geübtesten Auge, bei Anwendung guter Vergrößerungsgläser und bei der äußersten Sorgfalt, nie den höchsten praktisch möglichen Grad von Genauigkeit erreichen. Nach Reichenbach's Angabe scheint bei den vorzüglichsten Zirkeltheilungen auf Metall

---

[1]) Polyt. Centr. 1857, S. 661. — Schweiz. Z. 1857, S. 83.

[2]) Mittheilungen 1856, S. 323; 1864, S. 137. — Polyt. Centr. 1864, S. 1207. — Schweiz. Z. 1864, S. 118.

[3]) Polyt. Centr., III. (1844), S. 388. — Gewerbeblatt für das Königr. Hannover 1844, S. 73. — Polyt. Mittheilungen, II. 22.

die Gleichheit der einzelnen Intervalle höchstens bis auf 0,009mm verbürgt werden zu können. Dieser kleinste Fehler ist noch zu groß, wenn es sich um sehr scharfe Theilungen — wie bei den Kreisen der astronomischen und geometrischen Instrumente — handelt. Außerdem ist die Eintheilung mittelst des Zirkels in solchen Fällen unverhältnißmäßig mühsam. Aus diesen Gründen sind gut gebaute **Theilmaschinen** für feine mechanische Arbeiten ein unerläßliches Hülfsmittel. Sie zerfallen, nach ihrer Bestimmung, in zwei wesentlich verschiedene Arten:

a) **Kreis-Theilmaschinen**[1]). Man bedarf ihrer vorzüglich, um die Kreise der astronomischen und geometrischen Instrumente in Grade und Unterabtheilungen von Graden einzutheilen. Diese Theilungen werden mit sehr zarten Linien auf einem Streifen von feinem Silber ausgeführt, welcher in den messingenen Kreis eingelegt ist. Die Theilmaschinen können in Einzelheiten der Konstruktion von einander abweichen; das Prinzip ihrer Wirkung ist in der Regel folgendes: Ein großer (0,6 bis 1,5m im Durchmesser haltender) Kreis von Messing, in Form eines Rades ausgearbeitet und auf einer senkrechten stählernen Achse in horizontaler Lage unterstützt, enthält auf der oberen Fläche seines Kranzes eine möglichst genaue Grad-Eintheilung. Auf der Achse dieses **Original-Kreises** oder **Mutterkreises** wird, völlig parallel und konzentrisch mit demselben, der einzutheilende Kreis befestigt, welcher von beliebigem Durchmesser, nur nicht größer als der Original-Kreis, sein kann. Beide Kreise lassen sich — jedoch nicht anders als gemeinschaftlich — um die Achse drehen. Ueber ihnen ist das **Reißwerk**, **Reißerwerk** (traçoir, *cutting frame*) angebracht, d. h. eine Vorrichtung mit einem feinschneidigen Meißel (dem **Reißer**, tracelet, couteau, *cutting point*), der durch die ihm mit der Hand ertheilte ziehende Bewegung die Linien in einer radialen Richtung einschneidet. Denkt man sich die erste Linie gezogen, so kommt es, um auf der gehörigen Stelle eine zweite einzureißen, darauf an, den einzutheilenden Kreis unter dem Reißerwerke genau um den angemessenen Theil des Umfanges herumzudrehen. Dazu bietet die Theilung des Original-Kreises das Mittel, indem man deren einzelne Striche nach einander genau gegen einen gleichsam als Zeiger dienenden Strich außerhalb des Kreises einstellt. Die Theilung des Original-Kreises wird, nach **Reichenbach's** Methode, dadurch hergestellt, daß man sie erst versuchsweise so lange in der Luft (d. h. ohne Striche auf dem Kreise zu ziehen, **Lufttheilung**) macht, bis man die richtige Größe der Theile ausfindig gemacht hat, worauf man sodann wirklich die Linien zieht. Daß die Größe der Theile oder der einzelnen Fortrückungen die richtige sei, erkennt man daran, daß die gehörige Anzahl derselben zusammengenommen, eine ganze Umdrehung des Kreises ausmacht und mithin der letzte Theilstrich genau mit dem ersten zusammenfällt[2]).

Bei den von Reichenbach selbst verfertigten Theilungen soll die größte Unrichtigkeit in dem Abstande zweier benachbarter Theilstriche nicht über 0,00108mm betragen. Die Striche einer feinen Theilung haben gewöhnlich 0,0225 bis 0,027mm Dicke oder Breite; sie können noch viel zarter gezogen werden — bis herab zu 0,0009mm, was ungefähr ein Zwölftel von der Dicke eines Spinngewebe-Fadens ist, — sind aber alsdann für den praktischen Gebrauch nicht sichtbar genug. — Zum richtigen und stets gleichmäßigen Anschleifen der Schneide an den Reißern hat man ein eigenes Hülfsinstrument[3]).

Bei **Ramsden's** Theilmaschine[4]) enthält der Original-Kreis keine Linientheilung auf der Fläche, dagegen auf dem zylindrischen Rande 2160 Kerben, in welche die Gänge einer Schraube ohne Ende eingreifen. Sechs Umdrehungen dieser Schraube bewegen den Kreis um $^6/_{2160} = {}^1/_{360} = 1$ Grad; und eine einzelne Umdrehung ist $= {}^1/_6$ Grad

---

1) J. A. **Schubert**, Elemente der Maschinenlehre, 2. Abtheilung. Dresden und Leipzig 1844, S. 84. — Berliner Verhandlungen, XXIV. (1845), S. 202, 212.

2) **Gilbert's** Annalen der Physik, Bd. 68, S. 50; Bd. 69, S. 307. — Polyt. Journ., VI. 129.

3) Polyt. Mittheilungen, Bd. III., S. 6.

4) The Cyclopaedia, or universal Dictionary of Arts etc., by Abr. Rees, Vol. XIII. London 1819, Artikel: Engine. — J. G. **Geißler**, Ueber die Bemühungen der Gelehrten und Künstler, mathemat. und astronom. Instrumente einzutheilen. Dresden 1792, S. 45. — Borgnis, I. 357.

oder 10 Minuten. Mittelst einer in 60 Theile getheilten Scheibe können die Umdrehungen der Schraube noch ferner eingetheilt werden; 1/60 Umdrehung der Schraube entspricht einer Bewegung des Kreises von 1/6 Minute oder 10 Sekunden. Diese Konstruktion ist sinnreich ausgedacht, aber sehr schwierig mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen. Eine Korrektion der dabei unvermeidlichen Ungenauigkeiten hat Roß durch eine sehr wohl berechnete aber offenbar zu künstliche Abänderung erreichbar zu machen gesucht [1]). — Wenn man das Reichenbach'sche Prinzip, auf dem Mutterkreise eine höchst genaue Theilung anzubringen und diese direkt zu kopiren, mit dem von Ramsden (wonach der Kreis für jeden neuen Theilstrich durch eine maschinelle Vorrichtung um einen angemessenen Schritt gedreht wird) vergleicht, so muß man dem ersteren entschieden eine größere Sicherheit zuerkennen, sofern die mit dem Gebrauche der Maschine beschäftigte Person den nöthigen Grad von Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit besitzt. Allein Ramsden's Prinzip gewährt bei sonst gleichen Umständen den Vortheil, daß die Genauigkeit der erzeugten Theilungen von Fehlern der Einstellung unabhängiger ist, da die Einstellung zu jedem Theilstriche mittelst der maschinellen Vorrichtung geschieht. Man hat beide Prinzipien kombinirt, d. h. den Mutterkreis mit einer richtigen Normal-Theilung versehen, aber zum Kopiren der letzteren eine maschinelle Einrichtung angebracht. Von dieser Art sind die Kreistheilmaschinen Girgensohn's und Oertling's. Bei ersterer ist der Mutterkreis in 360 Grade getheilt, auf seinem äußersten Rande aber mit eben so vielen Einschnitten versehen, in welche ein gehärteter Stahlzylinder einfällt, der sich selbst exzentrisch um eine vertikale unwandelbare Achse dreht. Auf diese Weise wird der Kreis in 360 verschiedenen, genau um 1 Grad von einander abweichenden Stellungen fixirt und die Theilung des neuen Kreises in ganze Grade erlangt. Die Untertheilungen, z. B. von 5 zu 5 Minuten, werden durch entsprechende Verstellung des Reißerwerkes zu Stande gebracht. Oertling's Maschine [2]) hat auf dem Mutterkreise eine Theilung in Minuten rund um (also mit 21600 Theilstrichen) ausgeführt; die Bewegung des Kreises aber, behufs ihrer Benutzung zur Eintheilung von Instrumenten, geschieht — ähnlich wie bei Ramsden — durch eine Schraube, deren unvermeidliche Ungenauigkeiten durch eine sehr schön ersonnene automatische Korrektion ihrer Umdrehung unschädlich gemacht werden. Nachdem nämlich die Fehler, welche bei der Operation mit der Maschine sich an den verschiedenen Orten der Kreislinie in der Theilung ergeben, genau ermittelt und tabellarisch geordnet sind, kommt es darauf an, die Bewegung so einzurichten, daß diese Fehler beseitigt werden und das Fortschreiten des Kreises in genau gleichen Intervallen stattfindet; da die Bewegung mittelst der Schraube geschieht, ist dieser eine Einrichtung gegeben, vermöge welcher ihr nur gestattet bleibt, sich gerade so weit um sich selbst zu drehen, als für das gleichmäßige Fortschreiten des Kreises in jedem Punkte der Theilung erfordert wird. Die Maschine ist außerdem so eingerichtet, daß das Einreißen der Theilstriche nicht von Hand, sondern durch einen selbstthätigen Mechanismus im Zusammenhange mit der schrittweisen Drehung des Kreises erfolgt, und alle Bewegungen überhaupt durch eine beliebige Triebkraft (z. B. Elektromagnetismus) ohne Mitwirkung der Menschenhand vollbracht werden können: daher die Benennung mechanische Theilmaschine, unter welcher Oertling's Apparat wohl auch angeführt worden ist.

Wenn Kreise nicht in Grade und Minuten, sondern in eine beliebige andere Anzahl gleicher Theile eingetheilt werden sollen, so bedient man sich dazu einer Theilscheibe (plate-forme, *division-plate*) von derselben Beschaffenheit wie das Räderschneidzeug, dessen Beschreibung später vorkommen wird. In der That kann jedes Räderschneidzeug zur Verfertigung von Kreistheilungen angewendet werden, wenn man damit, statt der Vorrichtung zum Einschneiden der Räderzähne, ein Reißerwerk zum Linienziehen (auch wohl einen Apparat zum Einschlagen oder Einbohren von Theilpunkten) verbindet. — Auch jede Drehbank kann als Mittel zu Kreistheilungen gebraucht werden, wenn man auf deren Spindel eine Theilscheibe anbringt und den einzutheilenden Gegenstand an der Spindel befestigt.

Die Theilscheiben der erwähnten Art enthalten zwar stets eine mehr oder weniger große Anzahl Kreislinien, von denen jede in eine andere Zahl gleicher Theile getheilt ist, um die Auswahl nach Bedarf zu gestatten; allein nach dem gewöhnlichen Verfahren können

---

[1]) A Treatise on the Manufactures and Machinery of Great Britain, by P. Barlow; 4. London 1836, p. 272.

[2]) Berliner Verhandlungen, XXIX. (1850), S. 133.

damit nur solche Theilungen hergestellt werden, welche entweder direkt auf der Scheibe vorhanden oder durch Division einer vorhandenen Theilzahl mit irgend einer ganzen Zahl erreichbar sind (z. B. aus 60 die Theilungen $^{60}/_{2} = 30$, $^{60}/_{3} = 20$, $^{60}/_{4} = 15$, u. s. w.). Besondere Einrichtungen und Verfahrungsarten sind nöthig, um noch andere Theilungen zu gewinnen [1]). Am meisten erreicht man in dieser Beziehung, wenn zwei oder gar drei Systeme von Theilkreisen multiplizirend mit einander verbunden werden, weil es auf solche Weise möglich ist, eine Reihe sehr großer Theilzahlen darzustellen, in welchen jede zum praktischen Gebrauche erforderliche Zahl als Faktor enthalten ist. Auf diesen Grundsatz stützt sich die Rädertheilmaschine von Althans [2]). Sie enthält a) einen Zylinder (als wenig Raum einnehmenden Ersatz einer Theilscheibe), auf dessen Mantelfläche 27 verschieden eingetheilte Kreise — mit den Theilungen in 11, 13, 17, 19, 23, 28, 29, 31, 37, 41, 42, 43, 47, 48, 53, 59, 60, 61, 64, 67, 71, 72, 73, 79, 83, 89, 97 — vorhanden sind. Eine Schraube ohne Ende an der Achse dieses Zylinders greift in b) eine Scheibe mit 315 Zähnen, an deren Achse wieder eine Schraube ohne Ende sitzt, deren Eingriff c) eine größere Scheibe mit 480 Zähnen umdreht. Auf der Achse dieser letzteren Scheibe c wird der einzutheilende Kreis ꝛc., konzentrisch mit c selbst, befestigt. Somit ist klar, daß das Arbeitstück bei jedem ganzen Umgange des Zylinders a einen Schritt macht, welcher $= {}^{1}/_{480} \times {}^{1}/_{315} = {}^{1}/_{151200}$ der Umdrehung ist. Vermöge der auf ihm enthaltenen Theilungen kann aber der Zylinder a seinen Umgang in 11, 13, 17, 19 . . . . 83, 89, 97 gleichen Schritten vollbringen, was für das Arbeitstück $11 \times 151200 = 1663200$, oder $13 \times 151200 = 1965600$, u. s. f. bis $97 \times 151200 = 14666400$ Schritte ergibt. In den 27 verschiedenen, auf solche Weise darzustellenden, großen Zahlen sind von den Zahlen 1 bis 500 überhaupt 349 als Faktoren enthalten (nämlich die ersten 100 sämmtlich, aus dem zweiten Hundert 76, aus dem dritten 66, aus dem vierten 55, aus dem fünften Hundert 52). Alle diese Zahlen und noch viel größere können auf der Maschine getheilt werden. Sofern die gewünschte Theilzahl ein Faktor von 480 ist, bedarf man ganz allein der Scheibe c, von welcher alsdann der ganze übrige Apparat ausgelöst wird. Ist die erforderliche Zahl in 480 nicht als Faktor enthalten, wohl aber in 151200, so gebraucht man b und c (aber ohne den Zylinder a), und bewirkt die schrittweise Drehung an b, um eine angemessene Zahl von Zähnen oder Theilen dieser kleinern Scheibe: z. B. um je 400, d. h. $1^{85}/_{315}$ Umgang, wenn die Theilung in $378 = {}^{151200}/_{400}$ geschehen soll. Zahlen endlich, welche man auf diesem Wege nicht erlangen kann, müssen — sofern sie überhaupt in der Macht der Maschine stehen, — mit Zusammenwirkung aller drei Theile a, b, c erzielt werden. Um z. B. einen Kreis in 243 zu theilen, hat man ${}^{151200}/_{243} = 622^{54}/_{243}$ oder $622^{2}/_{9}$, worin der Nenner 9 anzeigt, daß man auf dem Zylinder a eine Theilung in Gebrauch nehmen müsse, welche den Faktor 9 enthält. Dies ist mit 72 der Fall, und wenn man den Zylinder bei jedem Schritte um 1 Theil seines in 72 getheilten Kreises herumdrehen wollte, würde die Scheibe c mit dem Arbeitstücke $72 \times 151200 = 10886400$ Schritte bis zur Vollendung einer Umdrehung zu machen haben. Man bedarf aber nur 243 Schritte, und daher müßte für jeden einzelnen Schritt der Zylinder a um ${}^{10886400}/_{243}$ $= 44800$ Theile seines in 72 getheilten Kreises verdreht werden, d. h. ${}^{44800}/_{72}$ oder $622^{16}/_{72}$ Umgänge machen. Diese große Anzahl von Umgängen dem Zylinder wirklich aufzuerlegen, würde ungeheuren Zeitaufwand und starke Abnutzung des Eingriffes an seiner Schraube ohne Ende zur Folge haben. Man rückt daher diese Schraube aus den Zähnen der Scheibe b heraus, dreht letztere frei mit der Hand um 622 ihrer Theile (d. h. 1 ganzen Umgang + 307 Theile) herum, rückt die Schraube wieder ein, und dreht endlich noch den Zylinder a um 16 Theile seines in 72 getheilten Kreises, wodurch jetzt die Scheibe c ihre richtige Stellung erhält. Diese Beispiele werden von der Gebrauchsweise der Maschine einen Begriff geben.

Decoster hat unter der Benennung diviseur universel eine Kreistheilmaschine zu verzahnten Rädern ꝛc. konstruirt, deren Prinzip ein von allen vorstehenden gänzlich abweichendes ist [3]). Er versieht eine gußeiserne Scheibe auf der zylindrischen Randfläche mit einer Rinne und setzt in diese 400 völlig gleiche Metallstücke nebst 400 dazwischen eingeschobenen, ebenfalls vollkommen gleichen metallenen Keilen ein. Durch diese Ein-

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XVIII. (1839), S. 171. — Polyt. Centr., Jahrg. 1840, Bd. I., S. 439.
[2]) Berliner Verhandlungen, XX. (1841), S. 264.
[3]) Bulletin d'Encouragement, XLIV. (1845), p. 12. — Polyt. Journ., Bd. 96, S. 93. — Armengaud, IV. 306.

lagen wird der Umkreis ausgefüllt, ein darüber gelegter Ring hält Alles zusammen; der Scheibenrand ist somit in 400 Theile getheilt und die Anwendung des Apparates zu allen Theilungen, welche durch Faktoren der Zahl 400 ausgedrückt werden, möglich gemacht. Nimmt man einen oder einige der Metallstücke und Keile heraus, treibt aber durch den (eigenthümlich hierzu eingerichteten) Ring die Keile so viel tiefer ein, daß auch jetzt wieder der ganze Umkreis ausgefüllt ist, so hat man eine etwas kleinere Theilzahl nebst deren Faktoren zum Gebrauche hergestellt. Der Erfinder hat übrigens einen Nebenapparat erfunden, mit dessen Hülfe auch ohne Verminderung der gedachten Einlagen andere Theilzahlen gewonnen werden können.

b) Maschinen zum Eintheilen gerader Linien, z. B. zum Verfertigen genauer Maßstäbe, zur Theilung der Thermometerskalen u. s. w. (Längentheilmaschinen, Linientheilmaschinen). — Ihre Konstruktion[1]) ist im Allgemeinen darauf gegründet, daß eine möglichst genaue stählerne Schraube durch ihre Umdrehung entweder den einzutheilenden Gegenstand oder das Reißerwerk fortbewegt. Die Anzahl der Umdrehungen oder Theile einer Umdrehung, welche man die Schraube machen läßt, nebst der Feinheit des Schraubengewindes, bestimmt die Größe der Bewegung, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Entfernung der Theilstriche nach Erforderniß einzurichten. In dem Abschnitte, welcher von den Schrauben handelt, wird über deren Anwendung als Eintheilungsmittel noch ferner die Rede sein.

Ramsden's Theilmaschine für gerade Linien war so eingerichtet, daß der einzutheilende Maßstab auf einer Platte lag, deren Kante mit Zähnen versehen war; in letztere griff eine Schraube ohne Ende, deren Umdrehung die Platte schrittweise unter dem Reißerwerke weiterführte[2]). Decoster hat sein oben erwähntes Prinzip der Kreistheilung auch auf gerade Linien angewendet, indem er die Metallprismen und Keile in der Furche eines Lineales neben einander anordnete[3]). — Die an Unmöglichkeit grenzende praktische Schwierigkeit, ein Schraubengewinde von vollkommener Regelmäßigkeit herzustellen, oder durch andere mechanische Mittel (z. B. Verzahnung) eine völlig gleichmäßige schrittweise Bewegung nach gerader Linie zu erzeugen, ist Ursache, daß bei Eintheilung gerader Linien im Allgemeinen nicht dieselbe Schärfe wie bei Kreistheilungen erreicht werden kann. Besser ist es daher, wenn man sich im Besitze eines sehr genau getheilten Maßstabes befindet, diesen rein zu kopiren, wobei eine Einrichtung zur Reduktion der Grundtheilung auf ein anderes Maß getroffen werden kann. Viele Theilmaschinen für gerade Linien sind nur solche Kopirmaschinen, bei welchen entweder gar keine Schraube, Verzahnung rc. angewendet wird[4]) oder wenigstens auf die Genauigkeit dieser Mechanismen nichts ankommt, weil man die schrittweise Bewegung mittelst eines Mikroskopes nach der vorhandenen Grundtheilung abmißt.

Maßstäbe geringer Gattung werden nicht selbständig getheilt, sondern durch Einschlagen eines Stempels, der eine kleine Abtheilung von Strichen auf ein Mal bildet, oder durch Druck einer rundum mit Reliefstrichen versehenen Scheibe (unter welcher man den Maßstab durchgehen läßt)[5]) schnell und wohlfeil hergestellt.

VIII. Schraffirmaschinen (Gravirmaschinen, Liniirmaschinen, **machine à graver**, *engraving machine*, *ruling machine*).

Schraffirungen (hachure, *hatching*), deren Linien eng beisammen liegen und eine große Regelmäßigkeit erfordern, können nur mittelst Maschinen vollkommen hervorgebracht werden. Am häufigsten ist der Fall, daß parallele Linien gezogen werden

---

[1]) J. A. Schubert, Elemente der Maschinenlehre, 2. Abtheilung. Dresden und Leipzig 1844, S. 77. — Gewerbeblatt für das Königr. Hannover, Jahrg. 1844, S. 139. — Bulletin d'Encouragement, XLVI. (1847), p. 814. — Mittheilungen 1854, S. 222. — Polyt. Centr. 1855, S. 193.

[2]) Rees, Cyclopaedia, XIII. Artikel: Engine. — Geißler, Ueber die Bemühungen der Gelehrten rc., S. 85.

[3]) Bulletin d'Encouragement, XLIV. (1845), p. 16. — Polyt. Journ., Bd. 96, S. 97.

[4]) Gewerbeblatt für das Königr. Hannover, Jahrg. 1844, S. 212. — Génie ind., III. 234. — Mittheilungen 1861, S. 203, 289; 1862, S. 114.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 172, S. 1.

müssen, und dann stimmt die Maschine im Prinzipe mit den Theilmaschinen für gerade Linien überein, nur daß das Reißerwerk eine auch zum Ziehen langer Linien geeignete Einrichtung haben muß. Eine Schraube oder ein anderer Mechanismus führt nach jeder Linie die Metallplatte, worauf man arbeitet, oder das Reißerwerk um die angemessene kleine Entfernung fort. Strahlenförmig divergirende Linien entstehen bei unveränderter Stellung des Reißerwerkes durch schrittweise Drehung der Metallplatte oder des Arbeitstückes, auch wohl durch veränderte Stellung des Reißerwerkes; Wellenlinien durch Anwendung eines entsprechend ausgeschweiften Lineales, längs dessen das Reißerwerk hergeführt wird. — Schraffirmaschinen werden vorzüglich angewendet: a. zum Kupferstechen (Kupferstechmaschinen)[1]; b. zum Graviren der Schraffirungen in Petschaften u. dgl.[2]; c. zum mechanischen Kopiren von Reliefs, als Medaillen rc. (Reliefmaschine, Glyptographische Maschine, machine glyptographique)[3]. Die Maschinen der letzten Art machen den Uebergang zu den Guillochirmaschinen, welche man auch hierher rechnen könnte, die aber besser im Zusammenhange mit den Drehbänken, denen sie zum Theil nahe verwandt sind, später besprochen werden.

Dritte Abtheilung.

Mittel zur Zertheilung und Formung[4].

Formveränderung kann an einem Metallstücke auf zweierlei Weise bewirkt werden: 1) indem man durch Druck oder Stoß (Schlag) die Metalltheile in eine andere Lage gegen einander bringt; 2) indem man Theile des Metalles wegnimmt, damit das Uebrigbleibende die verlangte Gestalt behält. Unter die zweite Abtheilung gehören auch die verschiedenen Methoden, größere Metallstücke in mehrere kleinere zu zertheilen.

I. Meißel (ciseau, *chisel*)[5].

Die Meißel (Kaltmeißel, Bankmeißel, ciseau à froid, *cold chisel, chisel for cold metal* genannt, um sie von den beim Schmieden gebrauchten Schrotmeißeln, S. 182, zu unterscheiden) werden angewendet, um größere Metallstücke zu zertheilen, Einschnitte zu machen, Oeffnungen oder Durchbrechungen auszuhauen und von Gußstücken einzelne Theile, z. B. Gießköpfe, starke Gußnähte u. dgl. abzunehmen. Die harte Haut der Eisengüsse wird oft gänzlich mittelst des Meißels abgehauen, bevor man zur Ausarbeitung mittelst der Feile schreitet, weil jene Haut — wollte man sie durch Abfeilen wegschaffen — viel Arbeit verursachen und viel Werkzeug abnutzen würde. Nicht weniger bedient man sich des Behauens mit dem Meißel (Schroten, buriner, *chipping*) als Vorarbeit für die Feile bei großen Gegenständen aus Schmiedeisen, Bronzeguß u. s. w. Gewöhnlich sind die Meißel zwischen 80 und 220^{mm} lang; sie werden gänzlich von Stahl gemacht. Der vorderste Theil, an welchem die Schneide

---

1) Bulletin d'Encouragement, XXII. (1823), p. 176; XXVIII. (1829), p. 439; XLIII. (1844), p. 13. — Polyt. Journ., XIII. 3; XXXIX. 413; XLIV. 452; LXIII. 26, 90; LXIV. 432; XCI. 414, 422. — Technolog. Encyklopädie, IX. 84. — Jobard, Bulletin, VIII. 240. — Abhandlungen der königl. preuß. Deputation für Gewerbe. Bd. I. Berlin 1826, S. 391.

2) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 211.

3) Beschreibung einer Relief-Maschine zur getreuen bildlichen Darstellung von Münzen, Medaillen und andern Reliefs auf ganz mechanischem Wege. Von K. Karmarsch. Hannover 1836. — The London Journal of Arts and Sciences, No. 42, September 1835. — Polyt. Journ., Bd. 63, S. 95. — Jobard, Bulletin, VIII. 31.

4) Technolog. Skizzenbuch von C. H. Schmidt, II. Abth. Stuttgart 1864. Taf. 8—14.

5) Technolog. Encyklopädie, IX. 543. — Polyt. Mittheilungen, Bd. II., S. 27.

(taillant, *edge*) angeschliffen wird, ist gehärtet und gelb, roth oder selbst blau angelassen. Der hintere Theil oder der Stiel muß ohne Härtung bleiben, damit er durch die Hammerschläge, mit welchen man den Meißel treibt, nicht abspringt. Man unterscheidet nach der Gestalt der Schneide: gerade Meißel, Flachmeißel (burin, *chipping chisel*) mit geradliniger, 6 bis 36mm breiter Schneide; Kreuzmeißel (bec d'âne, *cross-cutting chisel*, *channeler*, *groover*), die sich von den vorigen dadurch unterscheiden, daß ihre Schneide höchstens 12, öfters weniger als 2mm mißt, daß sie mehr dick als breit sind und daß der Stiel breiter als die Schneide ist; halbrunde Meißel, deren bogenförmige Schneide so gestellt ist, daß sie in eine Ebene fällt, welche man sich durch die Achse des Stieles gelegt denkt; gebogene Meißel oder Halbmond-Meißel (gouge) mit bogenförmig ausgehöhlter, in einer Ebene rechtwinklig zur Achse des Stieles liegender Schneide. Um geschweifte Umrisse in Blech auszuhauen, gebraucht man zuweilen Meißel mit S-förmiger oder ähnlich gekrümmter Schneide. Meißel, deren Schneide an Gestalt mit jener der gewöhnlichen Grabstichel, Flachstichel und Boltstichel übereinstimmt, werden beim Graviren von Münzstempeln u. dgl. angewendet[1]). Kleiner Meißel (ciselets) von verschiedener Form bedient man sich statt des Grabstichels zur Vollendung und feinen Ausarbeitung verzierter Gußstücke (Kunstgüsse).

Die Gestalt des Stieles der Meißel ist vierkantig mit (des bequemen Haltens wegen) gebrochenen Kanten, also streng genommen achtkantig. Schon in beträchtlicher Entfernung von der Schneide fängt die Dicke an, sich dergestalt zu verjüngen, daß die betreffenden zwei Seitenflächen des Werkzeuges sich unter einem Winkel von 15 bis 30° gegen einander neigen; die Schneide aber wird nicht durch das Zusammentreffen dieser Verjüngungsflächen erzeugt, sondern durch zwei schmale Facetten, welche unter einem größern Winkel (45 bis 70°) zu einander geneigt und durch Anschleifen gebildet sind. Kommt man beim fortgesetzten Gebrauche großer Meißel durch wiederholtes Nachschleifen zu sehr in den dickeren Theil, so müssen sie von Neuem schlank ausgeschmiedet und wieder gehärtet werden.

Bei der Arbeit mit dem Meißel (buriner, ciseler) sind die Arbeitstücke meist im Schraubstocke befestigt; man setzt den Meißel schräg auf und schlägt auf das Ende des Stieles mit dem Hammer, wodurch die Schneide eindringt und mehr oder weniger starke Späne ablöst. Blech, welches mit dem Meißel durchgehauen wird, legt man auf Blei; in diesem Falle, sowie wenn man Eisenstangen, dicken Draht u. dgl. abhauen will, wo ein bloßes Einschneiden ohne Wegnahme von Spänen beabsichtigt wird, setzt man den Meißel senkrecht auf. Wo bei Arbeiten im Großen die Zertheilung dicker Platten u. dgl. häufig vorkommt (z. B. um Stücke von den zu Dampfkesseln bestimmten Eisenplatten abzuhauen), kann man sich mit Vortheil eines kleinen, nebenbei durch Wasserkraft getriebenen Schwanzhammers bedienen, in dessen Kopf ein kurzer starker Meißel steckt und unter welchem das Metall auf einen Ambos gelegt wird.

Zur Herstellung der Keilnuthen in Radnaben hat man dem Meißel eine abweichende Gestalt und eine Geradführung gegeben, sodaß auch ein minder geübter Arbeiter solche Nuthen schnell und richtig einarbeiten kann[2]).

II. Grabstichel (Stichel, Zeiger, burin, *graver*, *sculper*, *scooper*, *scorper*)[3]).

Man kann die verschiedenen Arten dieses Werkzeuges als kleine Meißel ansehen, die sich von den eigentlichen Meißeln dadurch unterscheiden, daß sie (wenige, seltene Fälle ausgenommen) nicht mit dem Hammer getrieben, sondern nur mit der Hand geführt werden, deren Druck das Eindringen der Schneide und somit die Wegnahme feiner Späne bedingt. Nicht nur beim Kupferstechen und beim Graviren von Zeichnungen und Aufschriften auf Metallarbeiten finden die Grabstichel Anwendung, sondern auch zum Graviren der metallenen Siegel, Münz- und Medaillen-Prägstempel u. dgl.; desgleichen zur völligen Ausarbeitung mancher feiner Gußwaren, zarter Gold-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 198.
[2]) Ztschr. d. Ing. 1869, S. 259.
[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 192.

und Silberarbeiten ꝛc.: überhaupt in solchen Fällen, wo kleine Metalltheilchen wegzunehmen sind, denen mit anderen Werkzeugen nicht beizukommen ist. Der Grabstichel leistet bei der Bearbeitung der Metalle ungefähr die Dienste, zu welchen man auf Holz etwa eine zarte, spitzige Messerklinge anwenden würde; die Wirkungsart beider stimmt in der That wesentlich überein.

Man kann einen Grabstichel überhaupt als ein gehärtetes stählernes Stäbchen erklären, welches an einem seiner Enden so geschliffen ist, daß es eine kleine Schneide oder eine Spitze mit daran liegenden Schneiden erhält. Das andere Ende ist zugespitzt und steckt in einem runden, gedrückt-birnförmigen Hefte, von dessen Peripherie oft der untere Theil durch eine Abplattung weggeschnitten ist, damit es fester in der Hand liege und damit das Werkzeug unter einem sehr spitzen Winkel gegen die zu bearbeitende Metallfläche aufgelegt werden kann, ohne daß die Finger, welche das Heft von unten umfassen, der Bewegung hinderlich fallen. Die Verschiedenheit der Arbeiten, welche mit dem Grabstichel ausgeführt werden, macht eine gewisse Mannigfaltigkeit in deren Gestalt und Größe nothwendig. Die Länge der Grabstichel beträgt (ungerechnet die im Hefte steckende Angel) 80 bis 100mm; ihre Dicke (welche sich vom Hefte gegen die Spitze oder Schneide zu allmälig vermindert) 2 bis 6mm; die Gestalt des Querschnittes ist verschieden; die Zuschärfung geschieht durch eine von oben her angeschliffene schräge Fläche (die Kappe, das Schild, face, *cannel*); die Kante oder Fläche, welche nach unten gekehrt ist und durch Zusammentreffen mit der Kappe die Schneide erzeugt, wird die Bahn (ventre) genannt.

Die Arten der Grabstichel sind in folgender Uebersicht zusammengestellt:

a. Grabstichel (im engeren Sinne des Wortes, burin, *graver*), die gewöhnlichste Art und beim Kupferstechen fast allein im Gebrauch. Der Querschnitt ist quadratisch (burin carré, *square graver*), oder rautenförmig (burin losange, *lozenge graver*); die Bahn ist eine der Kanten des Viereckes (bei den rautenförmigen Grabsticheln eine der spitzwinkligen Kanten); die Kappe erscheint, wegen ihrer Neigung gegen die Bahn, auch bei den quadratischen Sticheln rautenförmig. An dem Punkte, wo der untere Winkel der Kappe mit der Bahn zusammenstößt, entsteht eine scharfe Spitze und die zwei Seiten der Kappe, welche jenen Winkel einschließen, bilden zwei, in der Spitze sich vereinigende Schneiden. Je größer der Winkel ist, unter welchem man den Stichel auf die Arbeit setzt, desto tiefer, und je mehr man den Stichel seitwärts neigt, desto breiter wird die eingeschnittene Linie, weil im letzteren Falle außer der Spitze auch ein Theil der einen anliegenden Schneide zum Angriffe kommt. Man nennt die Grabstichel, deren Querschnitt ein Quadrat ist, niedrige, die rautenförmigen dagegen hohe oder halbhohe, je nachdem die Raute mehr oder weniger spitzig ist. Oft ist der Grabstichel nicht ganz gerade, sondern leicht aufwärts gekrümmt, wodurch das Aufsetzen desselben erleichtert wird; dagegen sind abwärts gebogene *(bent graver)* und gekröpfte (zwei Mal im rechten Winkel: ⌐ gebogene) Stichel wenig im Gebrauch.

Die Kappe macht mit der Bahn einen Winkel von 30 bis 45 und selbst 60°. Die Kappe wird hoch genannt, wenn dieser Winkel groß, niedrig, wenn er klein ist. Der Kantenwinkel der Bahn ist bei den niedrigen Grabsticheln (wegen ihrer quadratischen Querschnittsform) = 90°, bei den halbhohen = 65 bis 70°, bei den hohen = 50 bis 55°. Die Schärfenwinkel der zwei in die Spitze auslaufenden Schneiden messen bei den niedrigen Sticheln 48 bis 54°, bei den halbhohen und hohen 59 bis 67°.

b. Messerzeiger (onglette, *knife-tool, knife graver*). Im Querschnitte scharf keilförmig, wodurch er eine messerähnliche Gestalt erhält; die Schneide des Keiles ist die Bahn und bildet mit der schmal dreieckigen Kappe eine sehr scharfe Spitze. Hier beträgt der Kantenwinkel der Bahn nur 12 bis 16°, und die Kappe ist gegen die Bahn unter 38 bis 48° geneigt.

c. Spitzstichel *(spit-sticker)*, vom vorigen nur dadurch verschieden, daß die beiden Seitenflächen, welche durch ihr Zusammenstoßen die Bahn bilden, nicht flach sondern konvex sind. Der ovale Spitzstichel *(oval spit-sticker)* hat statt der oberen schmalen Fläche eine Kante, wie unten, sodaß der Durchschnitt ein zweispitziges Oval bildet. Der Justirzeiger, welcher von den Juwelieren gebraucht wird, um die Kästen, worein Steine gefaßt werden, auszuarbeiten (zu justiren), hat die Gestalt des ovalen Spitzstichels, ist aber nicht von oben, sondern von der Seite her angeschliffen, wodurch er eine bogenförmige Schneide erhält.

d. Flachstichel (échoppe plate, *flat sculper*, *flat scooper*), im Durchschnitte trapezförmig, mit zwei breiten Seitenflächen, einer schmalen Fläche als Bahn und einer noch schmäleren als Rücken (der Bahn gegenüber). Durch das Anschleifen der Kappe entsteht eine schmale, geradlinige Schneide. Sehr (4 bis 7mm) breite Flachstichel *(flat chisel sculper)* sind mehr breit als hoch; bei den schmalen (die am gewöhnlichsten vorkommen) ist es umgekehrt; bei den allerschmälsten ist der Rücken breiter als die Bahn, damit das Werkzeug nicht gar zu schwach ausfalle.

Die Breite an der Schneide und überhaupt auf der Bahn, beträgt 0,4 bis 6mm; Neigungswinkel der Kappe gegen die Bahn = 20 bis 40°, dieser Winkel ist bei den breiteren Flachsticheln kleiner als bei den schmalen. — Eine Abänderung des Flachstichels besteht darin, daß der Querschnitt ein sehr länglicher Rhombus ist, dessen beide Spitzen gerade abgeschnitten sind, wodurch Bahn und Rücken die Gestalt entsprechend schmaler Flächen erhalten *(feather-edge graver)*.

e. Dreieckige Stichel *(cant chisel)*. Durchschnitt ein niedriges gleichschenkliges Dreieck. Je nachdem man die Kappe nach der Spitze oder nach der Grundlinie hin anschleift, bildet sich entweder eine Spitze oder eine geradlinige Schneide.

f. Boltstichel (échoppe ronde, *round sculper*, *round scooper*), vom Flachstichel nur dadurch abweichend, daß die Bahn keine ebene sondern eine in der Querrichtung konvexe Fläche ist, wodurch die Schneide bogenförmig ausfällt. Die breitesten (an welchen die Sehne der bogenförmigen Schneide 3 bis 7mm mißt) heißen *gouge sculper* oder *round chisel sculper*.

g. Rundstichel. Querschnitt kreisförmig; Kappe elliptisch; Schneide also bogenförmig, jedoch stärker gekrümmt als beim Boltstichel.

h. Ovale Stichel *(stag-foot graver, stag-foot sculper)*, Querschnitt oval, der größere Durchmesser des Ovales senkrecht stehend; übrigens mit dem vorigen übereinstimmend. Oft endigt der ovale Querschnitt oben (am Rücken des Stichels) mit einer Spitze statt bogenförmig.

i. Fadenstichel, von der Form des Flachstichels, jedoch statt der Schneide mit zwei oder mehreren feinen spitzigen Zähnchen versehen, welche durch Längenfurchen der Bahn hervorgebracht werden; zur Ausführung von Schraffirungen, überhaupt zum Einschneiden gleichlaufender Linien.

Alle Grabstichel müssen aus dem besten Stahle verfertigt, sorgsam gehärtet und strohgelb angelassen werden, damit ihre Spitze oder Schneide lange scharf bleibt, ohne dem Ausbrechen unterworfen zu sein. Doch sind diese beiden Bedingungen nicht leicht zu vereinigen, und daher sind Grabstichel, welche auf Kupfer oder Silber trefflich aushalten, oft beim Graviren auf Stahl kaum zu gebrauchen. Sehr vortheilhaft für die Güte der Grabstichel ist es, wenn man sie mehrmals bis zum Gelbanlaufen erhitzt und dann auf dem Amboße mit leichten Schlägen überhämmert. Dadurch verdichtet sich der Stahl und gewinnt an Zähigkeit. Spitzige Grabstichel werden am besten aus einem vierkantig geschmiedeten Stahlstäbchen verfertigt, welches man so ausfeilt, daß die Bahn aus einer der ursprünglichen Flächen entsteht. Diese Flächen sind nämlich durch das Schmieden verdichtet und deshalb zäher als die Kanten, auf welche keine Hammerschläge gewirkt haben. Daher ist die angegebene Methode besser, als das gewöhnliche Verfahren, wobei der Stichel gleich in der gehörigen Form geschmiedet wird.

III. Zangen[1].

Nachdem bereits früher (S. 229) von den Zangen die Rede war, insofern dieselben als Mittel zum Anfassen und Festhalten dienen, sollen sie hier nur als Mittel zur Bearbeitung betrachtet werden. Zwei Zwecke sind es, für welche die Zangen in dieser Hinsicht in Anwendung kommen, nämlich Zertheilung und Biegung, und man unterscheidet daher Kneipzangen, Kneifzangen, Beißzangen, Zwickzangen (tenailles à couper, pinces, pince coupante, *nippers*, *cutting nippers*, *cutting plyers*) und Biegzangen, Drahtzangen.

Die Kneipzangen[2]) dienen regelmäßig zum Abkneipen dünner Drähte, aber auch um von dünnem Bleche kleine Theile wegzunehmen. Sie sind als maschinelle

---

[1]) Werkzeugsammlung, S. 56, 254, 255.

[2]) Holtzapffel, II. 904. — Mittheilungen 1857, S. 271. — Ztschr. d. Ing. 1871, S. 325.

Verbindungen zweier Meißel anzusehen, welche durch den Druck der Hand und gleichzeitig auf zwei entgegengesetzten Seiten des Arbeitstückes zum Angriff kommen sollen. Die Schneiden dieser beiden Meißel bilden das **Maul** der Zange. Damit diese die nöthige Dauerhaftigkeit besitzen und weder zu leicht ausbrechen noch Eindrücke annehmen, müssen sie aus sehr gutem Stahle bestehen, gehärtet und nur wenig nachgelassen sein. An großen Zangen schärft man die Schneiden von beiden Seiten zu, und gibt ihnen einen nicht zu spitzen Winkel (60 bis 80°), damit sie Festigkeit genug behalten; kleine Zangen sind nur von unten oder innen her und mit spitzerem Winkel (40 bis 50°) zugeschärft, damit sie scharf und messerartig werden. Die Stahlbacken, welche die beiden Schneiden enthalten, richtet man zuweilen zum Auswechseln ein, giebt auch den Griffen eine solche Form, daß die Schneiden auch bei ganz geschlossener Zange sich nicht berühren.

Der Draht, den man abkneipt, muß in jeder Beziehung winkelrecht gegen die Schneiden gehalten werden, weil jeder schiefe Druck den Schneiden Gefahr bringt und leicht Scharten in denselben veranlaßt. Gewöhnlich ist das Maul an beiden Enden mit schmal auslaufenden Verlängerungen versehen, wodurch es möglich wird, die Zange auch in solchen engen Räumen der Arbeitstücke zu gebrauchen, wo die ganze Breite des Werkzeuges nicht Zugang finden kann. Manchmal stehen die Schneiden nicht rechtwinklig sondern schief gegen die Griffe *(side nipper)* oder ganz an der Seite, in welchem letzteren Falle die Zange zugleich als Biegzange vorgerichtet zu sein pflegt. Wenn die Kneipzange anhaltend oder sehr oft gebraucht werden muß, ist es angemessen, sie gleich einer Stockschere in einem Holzklotze oder auf dem Werktische zu befestigen, zu welchem Behufe der eine Schenkel gebogen und zum Einstecken in das Holz zugespitzt wird, während der andere gerade bleibt und zum bequemeren Anfassen mit einem hölzernen Hefte versehen werden kann. Sind viele Drahtstücke von ganz gleicher Länge abzukneipen, so kann dies durch eine Vorrichtung innerhalb der Schneide erreicht werden, welche das Einschieben des Drahtes nur bis zu einem gewissen Punkte gestattet.

Von den Scheren unterscheiden sich die Kneipzangen in ihrer Wirkungsart wesentlich, da bei ersteren die Schneiden nicht gerade einander gegenüber eindringen, sondern neben einander vorbeigehen. Indessen ist doch auch die Zertheilung mittelst der Kneipzange kein reines Durchschneiden, wie es etwa von zwei sich entgegenkommenden dünnen Messerklingen bewirkt werden könnte; denn da die Schneidwinkel der Zange wenigstens 40 oder 50° messen, so treiben sie durch Keilwirkung die Theile des zwischen ihnen gepreßten Drahtes in der Längenrichtung aus einander, wobei schon vor dem gänzlichen Durchdringen die Trennung durch Abreißen erfolgt. Daher sieht man im Durchmesser der Trennungsfläche einen feinen Streif, an dem dieses Abreißen erfolgt ist und der deshalb nicht glänzend wie der übrige Theil der Fläche, sondern matt, feinzackig erscheint. Dieser Vorgang trägt zur Schonung der Schneiden bei, welche im Augenblicke der Trennung noch eine dünne Schicht Metall zwischen sich haben, daher nicht mit voller Gewalt des angewendeten Druckes direkt auf einander stoßen. Uebrigens zeigen die Schnittflächen in ihrer doppelt abgedachten Gestalt den Abdruck von der Keilgestalt der Schneiden; und Zangen, deren Schneiden nur von innen her schräg angeschärft sind, machen hier eine doppelt-schräge, äußerlich hingegen eine ebene Schnittfläche: dies ist wohl zu beachten, wenn man an einem abgeknippenen Drahtstücke eine gerade Endfläche wünscht.

Eine verbesserte Einrichtung der Kneipzangen bietet die wesentliche Abänderung dar, daß ihre Wirkungsweise gänzlich mit jener der Schere übereinstimmt, wonach sie auch füglicher unter die Scheren gerechnet werden.

Die **Biegzangen** sind hauptsächlich entweder **Plattzangen**, **Flachzangen** (béquettes, pincettes, *plyers*, *flat plyers*) oder zu **Rundzangen** (pincettes rondes, *round plyers*, *round-nose plyers*), je nachdem damit winkelförmige oder bogenförmige und ringartige Krümmungen von Drähten oder schmalen Blechstreifen hervorgebracht werden sollen. Die Flachzangen haben ein plattes gerades Maul; ihre Form und ihr Gebrauch sind bekannt. Die Rundzangen sind von denselben dadurch verschieden, daß die zwei Theile ihres Maules runde Stifte oder Zapfen, von zylindrischer oder abgestumpft kegelförmiger Gestalt, darstellen; im letzteren Falle nennt man sie **Spitzzangen**. Das Maul mancher Rundzangen besteht aus zylindrischen Stiften, welche in zwei Absätze von verschiedener

Dicke getheilt sind, wodurch man leicht Biegungen von verschiedenem Halbmesser machen kann. Krümmungen von ziemlich großem Halbmesser können mit gewöhnlichen Rundzangen nicht regelmäßig und gut zu Stande gebracht werden, weil die Berührung der dünnen Stifte mit dem Arbeitstücke zu gering ist; besser dazu geeignet sind die Ringzangen (bei den Goldarbeitern: Schienenzangen, weil die Schienen oder platten Reifen der Fingerringe damit gebogen werden), welche mehr einer Flachzange ähnlich, von dieser aber dadurch verschieden sind, daß die inneren Flächen des Maules der Breite nach eine bogenförmige Konvexität haben. Oefters ist auch nur eine der beiden Flächen so gestaltet, die andere aber eben. Eine Zange besonderer Art kommt bei den Goldarbeitern vor, um von plattgewalztem Drahte oder schmalen Blechstreifen gebogene und gelöthete Ringe dergestalt hohl zu biegen (aufzubuckeln), wie es bei den Erbsenketten erforderlich ist[1]).

Eigentlich bedürfen die Biegzangen (sowohl Rund- als Flachzangen) keines rauh gehauenen Maules, wie die Zangen zum Anfassen und Festhalten; da aber eine solche Rauhigkeit doch zuweilen gut ist, um das Abgleiten des Metalles zu verhindern, und da namentlich Flachzangen sowohl zum Halten als zum Biegen gebraucht werden, so sind die meisten Biegzangen im Maule mit einem feilenähnlichen Hiebe versehen. Zuweilen versieht man Flachzangen noch mit einem zweiten, an der Seite stehenden Maule, welches die Gestalt einer Kneipzange hat und als solche gebraucht wird *(nipper-plyers)*. Die Schneiden können hier als besondere Stücke aufgeschraubt oder eingesetzt und dann zum Nachschärfen abgenommen, sowie bei eintretender Beschädigung gegen neue vertauscht werden[2]). Bei Arbeiten, wo Biegen und Abkneipen sehr oft mit einander wechseln, sind solche Zangen bequem, weil man nicht das Werkzeug zu wechseln braucht. Zu gleichem Behufe hat man auch Kneipzangen, deren Maul an einer Seite mit abgestutzt kegelförmigen Stiften (rechtwinklig zu den Schneiden und in der Längenrichtung der Zange) fortgesetzt ist, um dadurch als Rundzange zum Biegen von Ringelchen an Draht gebraucht zu werden (Kettenzange der Nadler). Um eine stärkere Uebersetzung zwischen Kraft und Widerstand zu erzielen, hat man auch Biegzangen aus mehr als zwei Hebeln zusammengesetzt[3]). — Für Arbeiten außerhalb der Werkstätte oder im Umherziehen mag eine Universalzange empfehlenswerth sein, welche Kneipzange, flache Biegzange, Hammer und Schraubenzieher in sich vereinigt[4]).

IV. Scheren (cisailles, cisoires, *shears*)[5]).

Bei den Scheren sind zwei langschneidige Meißel (Messer, Blätter) durch eine maschinelle Einrichtung (Scharnier, Prismenführung) in solcher Art mit einander verbunden, daß die Schneiden auf entgegengesetzten Seiten des Arbeitstückes zum Angriff kommen und nach gänzlicher Theilung desselben übereinander streifen. Sie unterscheiden sich daher von den Kneipzangen dadurch, daß die Herstellung einer längeren und glätteren Schnittfläche möglich ist. Je nachdem die beiden Blätter durch eine Drehung oder eine geradlinige Verschiebung zur Wirkung gelangen, unterscheidet man Hebelscheren und Parallelscheren. Zur erstern Art gehören alle von Hand bewegten Scheren.

Die Metallscheren unterscheiden sich von den für weiche Stoffe gebräuchlichen Scheren dadurch, daß ihre Blätter (tranchants, lames, mâchoires) — den zu überwindenden größeren Widerständen entsprechend — viel stärker sind. Man bedient sich ihrer zum Beschneiden und Zerschneiden des Bleches (wonach sie im Besonderen Blech-

---

1) Technolog. Encyklopädie, IV. 244.

2) Deutsche Gewerbezeitung 1846, S. 551. — Mittheilungen 1860, S. 72. — Polyt. Centr. 1860, S. 1034. — Schweiz. Z. 1860, S. 86.

3) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 344.

4) Monatsblatt des hannoverschen Gewerbevereins 1861, Nr. 12. — Polyt. Journ., Bd. 163, S. 405. — Polyt. Centr. 1862, S. 727; 1870, S. 962.

5) Technolog. Encyklopädie, XII. 343, 359. — Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. 33. — Hartmann, Eisenhüttenkunde nach Le Blanc und Walter, II. 81. — Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde, XV. Theil, 2. Abtheilung. Quedlinburg und Leipzig 1848, S. 174. — Valerius, Stabeisenfabrikation, S. 287, und Ergänzungs-Heft dazu S. 83. — Holtzapffel, II. 914, 919.

scheren genannt werden), aber auch zur Zertheilung von Eisenstäbchen bis zu ansehnlicher Dicke (kalt oder glühend). Dickes Blech ist mit der Schere nicht wohl anders als nach geraden Linien zu schneiden.

Dicke Zinkplatten können in Ermangelung einer genügend starken Schere auf folgende Weise leicht zertheilt werden: Man befettet mittelst eines mit etwas Talg getränkten wollenen Lappens die Zinkplatte in der Richtung, nach welcher die Trennung erfolgen soll und zwar auf einem etwa daumenbreiten Streifen; ritzt dann mit einem spitzigen Instrumente (etwa mit einer zugespitzten Feile) nach einem aufgelegten Lineale in jener gefetteten Stelle eine in das Metall eindringende Linie; überfährt diese mit einem in verdünnte Schwefelsäure getauchten Haarpinsel; läßt in das eine Ende der so angeätzten Ritze einen Tropfen Quecksilber fallen und denselben durch schwache Neigung der Platte bis ans andere Ende laufen. Hierdurch amalgamirt sich das Zink längs der Linie und wird so spröde, daß es mit andauerndem mäßigen Drucke über der Kante des Tisches durchgebrochen werden kann.

Zur Zertheilung gewalzter Eisenstäbe in kürzere (zur Bildung der Packete verwendbare) Stücke bedient man sich wohl einer Maschine, bei welcher das Arbeitstück durch Umbiegen um eine scharfe Kante zum Bruche gebracht wird (**Rohschienen-Brechmaschine**).

Die kleinsten Blechscheren werden aus freier Hand geführt (**Handscheren**, cisailles à main, *hand-shears, snips*) [1]), und haben im Allgemeinen die Gestalt der Leinwandscheren, nur daß ihre Blätter, im Verhältnisse zu den Griffen (branches), sehr kurz sind, um die Anwendung einer großen Kraft zu gestatten, und daß die Griffe ohne Oehre, einfach nach einwärts gebogen sind, um bequem mit der ganzen Hand umfaßt und zusammengedrückt zu werden.

Man hat Hand-Blechscheren von 120 bis 300 mm Länge, wovon ein Fünftel bis ein Viertel auf die Länge der Schneiden zu rechnen ist. Um krumme Schnitte mit Bequemlichkeit zu machen, gibt man den dazu bestimmten Scheren eine solche Gestalt, daß die Blätter aus der Ebene schnabelartig aufgebogen sind, wonach das eine Blatt auf der konvexen, das andere auf der konkaven Seite dieses Bogens liegt; auch hat man dem Scharniere eine solche Lage gegeben, daß das Arbeitstück während des Schneidens keine Biegung anzunehmen braucht [2]).

Größere Scheren werden beim Gebrauche im Schraubstocke befestigt, oder sind in einem niedrigen hölzernen Klotze bleibend festgemacht (**Stockschere, Bockschere**, cisaille à banc, cisaille à bras, cisaille à levier, *bench shears, stock-shears*) [3]). Man konstruirt sie auf zweierlei Weise. Nach der ersten Art wird im wesentlichen die Form der Handscheren beibehalten; nur fällt der Griff des oberen Blattes weg und die Verlängerung dieses Blattes hinterhalb des Scharnieres dient nur zur Befestigung der Schere. Der Griff des unteren Blattes ist dagegen sehr lang, ganz gerade und wird mit Kraft niedergedrückt, um die Schere zu schließen. Bei den Scheren der zweiten Art liegt das Scharnier, um welches das bewegliche Blatt sich dreht, am äußersten Ende der Schere, der Griff aber bildet die unmittelbare Fortsetzung des beweglichen Blattes (welches hier das obere ist), folglich einen einarmigen Hebel. Diese Bauart ist für die größten Stockscheren stets vorzuziehen, denn sie gewährt a) eine bequemere Handhabung, weil das bewegliche Blatt das obere ist, folglich das Blech auf dem unbeweglichen Blatte liegt, außerdem die Stellung der Oeffnung (nach dem Arbeiter hin) das Einschieben des Bleches erleichtert; b) mehr Festigkeit und Dauerhaftigkeit in dem Scharnier, da unter übrigens gleichen Umständen der Druck auf den

---

1) Werkzeugsammlung, S. 53. — Art du Serrurier, par **Hoyau**, Paris 1826, p. 11.

2) Mittheilungen 1868, S, 104. — Polyt. Journ., Bd. 189, S. 31.

3) Werkzeugsammlung, S. 54. — **Karmarsch**, Mechanik, S. 55, 61. — Mittheilungen 1859, S. 35. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1835, S. 513. — Bulletin d'Encouragement, IIL. (1849), p. 566. — Polyt. Journ., Bd. 116, S. 178; Bd. 124, S. 163; Bd. 153, S. 182. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 33 (1850), S. 200. — Polyt. Centr. 1850, S. 457; 1853, S. 196. — Schweiz. Z. 1859, S. 77.

Bolzen oder Drehzapfen geringer ist; und c) für gleiche Uebersetzung der Kraft (d. h. für gleiches Verhältniß der Hebelarme bei gegebener Länge der Schneiden) eine geringere Länge der ganzen Schere.

Stockscheren haben Schneiden von 80 bis 300^{mm} und manchmal noch etwas größerer Länge; der Hebel zur Anlegung der Hände muß wenigstens 4 bis 5 Mal so lang sein als die Schneidkante. — Beim Gebrauche sowohl der Hand- als der Stockscheren ist es wesentlich, daß man, durch eine gehörige Richtung des mit der Hand ausgeübten Druckes, die Blätter in genauer Berührung mit einander erhält; der Schnitt wird sonst nicht rein, und die Schere wird im Scharniere locker, wodurch sie allmälig immer mehr an Brauchbarkeit verliert.

Manchmal versieht man die Hand- oder Stockscheren mit besonderen Einrichtungen. So ist eine Abänderung der Stockscheren vorgeschlagen worden, welche darin besteht, daß der Druck mittelst eines zusammengesetzten Hebels ausgeübt wird, um eine größere Kraftanwendung zu gestatten [1]). — Die einarmige Stockschere kann man an einer über den Drehpunkt hinausgehenden Verlängerung des Hebels mit einem Gegengewichte versehen, welches die Schere von selbst öffnet oder wenigstens deren Oeffnung erleichtert [2]). — Um Blechstreifen von vorgeschriebener gleicher Breite zu schneiden, bringt man einen Anschlag an, der das zwischen die Schneiden eingeschobene Blech nur bis zu einem bestimmten Punkte vordringen läßt, dessen Entfernung von den Schneiden also die Breite des abzuschneidenden Streifens festsetzt [3]). — Schmale Blechstreifen, welche röhrchenartig zusammengebogen werden müssen (wie zur Verfertigung der Schnürstifte an Stiefeln, Miedern u. s. w.) können sogleich beim Zuschneiden halbzylindrisch (rinnenförmig) dargestellt werden, wenn man seitwärts an dem unteren Scherblatte eine angemessen gestaltete stählerne Rinne und an dem oberen Blatte eine entsprechende Konvexität anbringt, welche letztere das abgeschnittene Blech in die Rinne hineindrückt [4]). — Zum Aufschneiden röhrenförmiger Drahtfedern, um deren schraubenartige Windungen einzeln in Gestalt kleiner Ringelchen darzustellen, bedient man sich einer sehr kleinen Handschere mit kurzen, scharfspitzigen Blättern, welche übrigens ganz mit einer Leinwandschere übereinstimmt. Man macht auch wohl an diesem Werkzeuge (der sogenannten Ringelschere) das eine Blatt lang und stumpf, das andere (welches ins Innere der Drahtröhrchen gelangen soll) kürzer, sehr schmal und spitzig.

Die größten Scheren werden durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt (daher Wasserscheren, Dampfscheren, überhaupt Maschinenscheren, machine à cisailler) [5]).

Auch hier ist ein Blatt unbeweglich befestigt und der Arm, welcher die Verlängerung des beweglichen Blattes bildet, wird durch Wellbaumen, durch eine exzentrische Scheibe oder durch einen Krummzapfen getrieben. Dabei liegt der Drehungspunkt bald am Ende der Blätter, bald zwischen den Schneiden und dem Arme, wonach das bewegliche Blatt entweder als einarmiger oder als zweiarmiger Hebel wirkt; und im letzteren Falle, (wo man die Schere nach einer in die Augen springenden Aehnlichkeit als Maulschere, cisaille à queue, bezeichnet) liegt der lange Arm entweder in horizontaler Richtung wie das bewegliche Blatt, dessen Fortsetzung er ist, oder er steht unter rechtem Winkel gegen dasselbe abwärts (Winkelhebel-Schere). Giebt man dem Hebel die Gestalt eines T — wo alsdann die bewegende Kraft an dem vertikalen Arme wirkt und an den entgegengesetzt auslaufenden horizontalen Armen zwei Scherblätter sich befinden, welche bei der

---

[1]) Jahrbücher, XVI. 276. — Bulletin d'Encouragement, XXV. (1826), p. 287. — Polyt. Journ., Bd. 23, S. 214. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 2, S. 795; Jahrg. 1864, S. 996. — Mittheilungen 1862, S. 137. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1855, S. 635. — Schweiz. Z. 1863, S. 9. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 393.

[2]) Deutsche Gewerbezeitung, Jahrg. 1845, S. 597.

[3]) Werkzeugsammlung, S. 254. — Bulletin, XXVI. 194. — Bulletin d'Encouragement, L. (1851), p. 569. — Mittheilungen 1871, S. 135.

[4]) Jahrbücher, XII. 131. — Polyt. Journ., Bd. 24, S. 357.

[5]) Hütte 1863, Taf. 4 d; 1867, Taf. 18. — Armengaud, VI. 63; XII. 64. — Technolog. Encyklopädie, Bd. V., S. 188. — Dumas, Bd. IV. — Berliner Verhandlungen, III. 53. — Industriel, II. 219. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 58. — Jobard, Bulletin, T. 12, p. 177; T. 35, p. 326. — Atlas, III., Taf. 10.

Oscillation um den mitten zwischen ihnen liegenden Drehpunkt wechselweise gegen entsprechende feste Schneiden niedergehen — so hat man eine **Doppel-Schere**, welche den Zeitverlust durch das Oeffnen vermeidet. Um eine Hebelschere für kontinuirlich rotirende Bewegung einzurichten, kann man an der Stelle, wo sonst der Drehpunkt des beweglichen Blattes liegt, eine kurze horizontale Welle anordnen und auf dieser vier Schneidklingen in Kreuzform gestellt befestigen: bei Umdrehung dieser Welle kommen dann diese Klingen nach einander zur Wirkung, indem sie an einer unbeweglichen Unterschneide herniederstreifen. Bei großer Länge der beweglichen Schneiden würde es schwierig sein, deren genaue Berührung mit der Unterschneide zu sichern; die Konstruktion findet daher nur Anwendung auf Scheren mit höchstens 200mm langen Schneiden zum Querdurchschneiden von Blechstreifen oder dünnen Flacheisenstäben. Die Schneiden der Maschinenscheren sind stets (und auch jene der Stockscheren zuweilen) abgesondert aus Stahl verfertigte und an den eisernen Hebelarmen nur angeschraubte Schienen, damit sie gehörig gehärtet und angelassen, sowie zum Schärfen abgenommen und gegen andere ausgewechselt werden können.

Neuerdings hat man oft mit der Maschinenschere, welche zum Schneiden der Dampfkesselbleche angewendet wird, eine Lochmaschine in Verbindung gesetzt, um zugleich die Nietlöcher in solchen Blechen auszustoßen[1]). — Die Schneiden der Maschinenscheren überhaupt haben meist 300 bis 600mm und wenn sie Blechscheren sind öfters bis gegen 2m Länge: die ersteren läßt man 30 bis 70, die letzteren 12 bis 25 Schnitte in 1 Minute machen.

Die Wirkungsweise der gewöhnlichen Scheren überhaupt und der Metallscheren im Besonderen beruht auf einem Abquetschen des geschnittenen Körpers, von welchem der Theil auf **einer** Seite der Schnittlinie durch das unbewegliche Scherblatt gestützt, der Theil auf der andern Seite jener Linie hingegen durch das bewegliche Blatt aus seiner Stelle getrieben wird. Hierzu sind scharfschneidige Blätter keineswegs erforderlich; solche würden sich vielmehr unverhältnißmäßig schnell abnutzen. Der Zuschärfungswinkel an den sogenannten Schneiden der Metallscheren ist daher nur wenig kleiner als ein Rechter (75 bis 85°). Bei Stockscheren findet man wohl die beiden Blätter ungleich scharf angeschliffen (das Unterblatt mit 80°, das Oberblatt mit 50 bis 55°). — Wenn wie gewöhnlich die Schere durch drehende Bewegung des einen Blattes oder (bei den Handscheren) beider Blätter ihre Wirkung ausübt (Hebelscheren), so ist — bei geradliniger Gestalt der Schneiden — der Winkel, welchen die Schneidkanten mit einander einschließen, sehr veränderlich, nämlich am größten bei völlig geöffneter Schere, dann im Fortschreiten des Schnittes immer kleiner und kleiner, bis er endlich bei gänzlich geschlossener Schere verschwindet. Dies ist ein nachtheiliger Umstand; denn unter einem zu großen Oeffnungswinkel entsteht ein Bestreben des zu durchschneidenden Körpers, sich längs der Schneidkanten fortzuschieben, und wenn man diesem nicht mit Anstrengung entgegenwirkt, so kann der in der Nähe des Scharnieres liegende Theil der Schneiden mit Erfolg gar nicht gebraucht werden, obgleich gerade hier (nach den Gesetzen des Hebels) die größte Kraftäußerung thunlich sein würde. Eine richtig konstruirte Hebelschere muß demnach so eingerichtet sein, daß ihre Schneiden bei jeder Oeffnung, d. h. in jedem Augenblicke während des Schnittes, den nämlichen — und zwar den zweckmäßigsten — Winkel mit einander bilden. Die Größe dieses Winkels kann für lange Scheren zu dünnerem Bleche auf 5° angenommen werden, muß aber mit der Dicke des zu schneidenden Stückes, sowie bei kürzeren Blättern wachsen und demnach öfters 10 bis 20° betragen; derselbe muß jedenfalls kleiner sein, als der sogenannte **Reibungswinkel** (dessen Tangente dem in Frage kommenden Reibungskoeffizienten gleich ist). Unter Annahme von 10 bis 15° wäre der Sinus des Oeffnungswinkels etwa ein Sechstel bis ein Viertel, durchschnittlich nahe ein Fünftel des Radius, und sonach würde ein zu schneidender Gegenstand nur so weit zwischen die Scherblätter eingeschoben werden können, daß er noch um das Fünffache seiner eigenen Dicke von der Spitze des Oeffnungswinkels entfernt bliebe. Hätte man also z. B. stets nur Platten oder Schienen ꝛc. von wenigstens 25mm Dicke zu schneiden, so würde ein Theil der Schneiden von 125mm Länge in der Nähe des Drehpunktes gar nie zur Benutzung kommen. Daher ist es bei sehr großen Scheren zweckmäßig, den Schneidkanten eine solche Stellung gegen einander zu geben, daß sie bei voller Oeffnung gar nicht in eine Winkelspitze zusammenlaufen. Die oben geforderte konstante Größe des Oeffnungswinkels ist dadurch zu erreichen, daß man zwar die Schneide des einen Blattes (am besten des unteren,

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XIX. (1820), p. 312. — Jahrbücher, IV. 569. — Polyt. Journ., Bd. 32, S. 349; Bd. 132, S. 170. — **Kronauer**, Maschinen, I. Taf. 32, 33. — Jobard, Bulletin, XXVII. 118.

auf welchem der zu schneidende Körper liegt) geradlinig macht, der Schneide des anderen aber eine angemessene konvexe Krümmung gibt. Empirisch wird hierzu wohl nach dem Augenmaße ein flacher Kreisbogen gewählt; die mathematische Untersuchung ergibt eine logarithmische Spirale, bei welcher der Winkel zwischen Radiusvektor und Tangente für alle Punkte konstant ist.

Aus dem Vorstehenden ersieht man, daß bei den Hebelscheren die Bogengestalt der Schneide zufolge der Drehbewegung um einen Zapfen oder Bolzen als nothwendig sich darstellt, um einen konstanten Oeffnungswinkel zu gewinnen. Der letztgenannte Erfolg wird aber auch mit geraden Schneiden erreicht, wenn man dem beweglichen Blatte statt der Drehbewegung eine gerade Schiebung ertheilt, indem man es zwischen Prismenführungen vertical auf und nieder gehen läßt (Parallelschere, cisaille à guillotine, *guillotine shears*)[1]. Das untere Blatt (sei dieses das bewegliche oder, wie die Regel ist, das feste) hat dann eine horizontale Schneide, die Kante des oberen Blattes dagegen ist unter 4 bis 12° gegen die Horizontale geneigt, wodurch man erlangt, daß das Schneiden an dessen einem Endpunkte beginnt und gegen den anderen Endpunkt fortschreitet, sodaß ein gleichmäßiger Widerstand während des ganzen Niederganges stattfindet.

Der erwähnte Neigungswinkel der Oberschneide wird bei langen Blättern kleiner als bei kurzen und überhaupt so gewählt, daß der erforderliche Hub selten über 100 mm beträgt. Sehr breite (zum Schneiden der Blechtafeln bestimmte) Scheren dieser Art kann man auch so konstruiren, daß der Schnitt an beiden Seiten zugleich beginnt und nach der Mitte hin fortschreitet, zu welchem Behufe die obere Schneide in Form eines einspringenden sehr stumpfen Winkels gebildet wird[2]): diese Anordnung beschleunigt die Arbeit und macht jedes Rutschen des Bleches unter der Schere unmöglich. Die Parallelscheren eignen sich — sofern nur der Hub des beweglichen Scherblattes groß genug ist — gleich gut zum Schneiden dicker wie dünner Gegenstände, wobei in jedem Falle die volle Länge der Schneiden nutzbar ist; sie werden mit Schneiden von 0,15 bis 2,2 m Länge, gewöhnlich zum Betriebe durch Elementarkraft (als Maschinenscheren), in kleinem Maßstabe aber auch zum Handbetrieb durch Kurbel ausgeführt, und machen 5 bis 15 Schnitte in 1 Minute (mit kurzen Schneiden mehr als mit langen). Die bei ihnen vorhandene Vertikalbewegung gibt noch direktere Gelegenheit als bei den Hebelscheren (S. 249), mit dem Schneidapparate eine Lochmaschine (einen Durchstoß) zu verbinden. (Combinirte Schneid- und Lochmaschine)[3]).

Zum Durchschneiden dicker Eisenstäbe hat man wohl die Schneiden mittelst einer hydraulischen Presse bewegt[4]). — Um Winkeleisen zu schneiden, muß die Schneide des unteren Scherenblattes einen einspringenden, die des oberen einen ausspringenden rechten Winkel bilden. Zur sicheren Herstellung krummliniger Schnitte hat man auch wohl die Blätter (und damit die Schneide) entsprechend bogenförmig gestaltet (façonnirte Scheren)[5]).

An einer Parallelschere der größten Art wurde beobachtet: Länge des unteren (horizontalen) Blattes 700 mm, Hubhöhe des oberen 75 mm, größte zu schneidende Blechdicke

[1]) Hütte, 1856, Taf. 19, b; 1858, Taf. 39; 1861, Taf. 18 k, 18 n; 1862, Taf. 12 b; 1865, Taf. 23; 1871, Taf. 6. — Wiebe, Skizzenb., Heft 20, Taf. 1, 2. — Zeitschr. d. Ing. 1862, S. 585. — Armengaud, XII. 66; XIII. 416. — Le Blanc, Recueil, V., Pl. 71, 72. — Polyt. Centr. 1856, S. 725; 1862, S. 1419. — Polyt. Journ., Bd. 107, S. 250; Bd. 127, S. 252. — Bulletin d'Encouragement 1845, p. 523. — Génie ind., IV. 305. — Jobard, Bulletin, T. 23, p. 22; T. 35, p. 327. — Atlas III., Taf. 12.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1845, p. 180. — Polyt. Journ., Bd. 98, S. 255.

[3]) Hütte 1864, Taf. 21. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 22. — Armengaud, III. 161. — Bulletin d'Encouragement 1854, p. 617. — Génie ind., T. 1, p. 257; T. 20, p. 130; T. 26, p. 266. — Jobard, Bulletin, T. 27, p. 49; T. 30, p. 250. — Polyt. Centr. 1848, S. 1208; 1851, S. 1031; 1855, S. 137; 1860, S. 150, 1578. — Deutsche Gewerbeztg. 1848, S. 344; 1849, S. 586. — Polyt. Journ., Bd. 172, S. 4. — Schweiz. Z. 1860, S. 120. — Atlas III., Taf. 13. — Wiebe Skizzenb. 1869, Heft 5, Bl. 1; 1873, Heft 1, Bl. 5, Heft 2, Bl. 3.

[4]) Jobard, Bulletin, T. 34, p. 145. — Polyt. Journ., Bd. 175, S. 95.

[5]) Schweiz. Ztschr. 1870, S. 41.

38 mm, Schneidenwinkel 10°, Zuschärfungswinkel der Schneiden 85°, Dicke der Blätter 35 mm, Ausladung (Horizontalabstand der Blätter vom Gestell, also größter Abstand einer Schnittfläche vom Rande des Arbeitstückes) 700 mm, Zahl der Schnitte pro Minute 7, mittlere Geschwindigkeit des bewegten Blattes 17 mm pro Sekunde, stündliche Leistung 2,99 □m Schnittfläche in Eisenblech von 25 mm Dicke, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,68 Pferdestärken, im Arbeitsgang 7,23 Pferdestärken; Gewicht der ganzen Maschine 13200 kg.

Ein langer Schnitt, den man mit einer gewöhnlichen Schere in Blech macht, fällt leicht unregelmäßig aus und nimmt verhältnißmäßig viel Zeit in Anspruch, weil man das Blech nach jedem Drucke fortrücken und mit Sorgfalt in der geraden Richtung erhalten muß. Für solche Fälle hat die Kreisschere (cisaille circulaire, cisaille cylindrique, *rotary shears, circular shears)* unbestreitbare Vorzüge. Die Blätter derselben sind zwei an der Peripherie schneidige, stählerne (oder verstählte eiserne) Scheiben von 60 bis 200 mm Durchmesser, welche auf parallelen Achsen dergestalt angebracht werden, daß ihre Peripherien einander ein wenig übergreifen und ihre Flächen an dieser Stelle sich berühren. Indem durch Verzahnung diese Scheiben nach entgegengesetzten Richtungen umgedreht werden, schneiden sie das ihnen zugeführte Blech ununterbrochen (also mit bedeutendem Zeitgewinn) und auf die regelmäßigste Weise[1]). Auf ähnliche Art wirken die Schneidscheiben des Eisenspaltwerkes (S. 149), und letzteres kann in der That als eine Vereinigung mehrerer Kreisscheren angesehen werden.

Der Winkel, unter welchem die Ränder der Schneidscheiben an einer Kreisschere zugeschärft sind, ist gleich dem Zuschärfungswinkel gewöhnlicher Scheren wenig kleiner als 90°. Die Größe des Winkels, welchen die kreisförmigen Schneiden (oder vielmehr deren Tangenten) an dem Punkte, wo eine neben der andern vorbeigeht, mit einander einschließen — also des konstanten Oeffnungswinkels einer solchen Schere — hängt ab von dem Durchmesser der Scheiben und dem Abstande zwischen ihren Achsen. Bezeichnet d den Scheibendurchmesser, δ die Blechdicke, α den Oeffnungswinkel (Tangentenwinkel) für den ersten Angriff der Schneiden, β den Oeffnungswinkel an der Kreuzungsstelle der Schneiden, so ergibt sich zunächst die Beziehung

$$\frac{\delta}{d} = \cos\frac{\beta}{2} - \cos\frac{\alpha}{2}.$$

Damit nun das Blechstück von den Schneidscheiben eingezogen werde, müssen die Werthe $\frac{\alpha}{2}$ und $\frac{\beta}{2}$ innerhalb des Werthes des Reibungswinkels liegen. Nimmt man als zulässig größten Werth $\frac{\alpha}{2} = 10°$ und bedenkt man, daß (bei sehr geringem Uebereinandergreifen der Blätter) der kleinste mögliche Werth von $\frac{\beta}{2}$ Null ist, so folgt durch Einsetzen

$$\frac{\delta}{d} = 1 - \cos 10° = 0{,}0152 = \frac{1}{66},$$

d. h. es muß der Durchmesser der Blätter (damit ein sicheres Einziehen des Bleches erfolgt) mindestens das 66fache der Blechdicke betragen. Dies zeigt, daß Kreisscheren nicht zum Schneiden dicken Bleches geeignet sind, weil man den Durchmesser der Scheiben aus praktischen Gründen nicht sehr groß ausführen kann. Mit Scheiben von 200 mm Durchmesser, die noch ausführbar sind, können Bleche von 3 mm Dicke geschnitten werden; finden dabei 45 bis 50 Umgänge pr. Minute statt, so beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben (desgleichen die Geschwindigkeit, mit welcher das Blech durchgeht) 500 mm pro Sekunde. Beim Schneiden dünneren Bleches machen Scheiben von 150 mm wohl 100 Umgänge in der Minute (Umfangsgeschwindigkeit 780 mm pr. Sekunde). — Um Blechtafeln

---

[1]) Hütte, 1863, Taf. 4, d. — Armengaud, XIII. 418. — Zeitschrift d. Ing. 1862, S. 589. — Bulletin d'Encouragement 1814, p. 109. — Christian, Mécanique, III. 385. — Polyt. Journ., Bd. 16, S. 411; Bd. 91, S. 342. — Gewerbeblatt für Sachsen 1844, S. 19. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 3 (1844), S. 348; 1865, S. 694. — Berliner Verhandlungen 1860, S. 230. — Atlas III., Taf. 11.

in einem einzigen Durchgange in mehrere Streifen zu zerschneiden, kann man eine entsprechende Anzahl Paare von Schneidscheiben auf längeren Achsen in den geeigneten Abständen von einander anbringen [1]).

Krummlinige Schnitte kann die Kreisschere machen, sofern ihre Scheiben klein sind und nur äußerst wenig über einander greifen. Mit Scheiben von 40 bis 55mm Durchmesser ist man z. B. im Stande, Blechplatten kreisrund von 50mm oder mehr im Durchmesser zu schneiden (also auch kreisrunde Oeffnungen in Blech hervorzubringen); das Blech wird zu diesem Behufe in horizontaler Ebene mittelst einer Hülfsvorrichtung so eingespannt, daß es sich um seinen Mittelpunkt drehen läßt (**Rundschneidemaschine**, *circle cutter*) [2]); hierbei ist jedoch dem Drehungspunkt eine solche Lage zu geben, daß der Rand der ausgeschnittenen Scheibe sich nicht an den Scherenblättern stauchen kann. — Man hat auch Scheren konstruirt, bei welchen das obere Blatt allein eine sich umdrehende Scheibe, das untere dagegen ein schneidiges Lineal ist, und entweder diese gerade Schneide nebst dem zu schneidenden Bleche an der Scheibe [3]), oder letztere an der geraden Schneide (an welcher alsdann das Blech festliegt) [4]) hingeführt wird. Dergleichen Einrichtungen verdienen im Allgemeinen keinen Vorzug, da die unwandelbar genaue Berührung zwischen der langen geraden Schneide und der Scheibe gewiß weniger leicht zu erreichen ist, als zwischen zwei Scheiben, welche ihren Ort nicht verlassen; doch haben sie den Vorzug, daß für gleiche Scheibendurchmesser der Oeffnungswinkel nur halb so groß ist, als bei einer Schere mit zwei Scheiben, was zum Schneiden dicker Bleche erwünscht sein kann.

Draht wird in der Regel nicht mit der Schere geschnitten, weil er sich dabei an der Schnittstelle stark plattdrückt, vielmehr wenn er dünn ist mit der Kneipzange abgekneipen, wenn er dick ist eingefeilt oder mit dem Meißel eingehauen und abgebrochen, allenfalls auch durchgesägt. Nur wo eine größere Anzahl dünner Drähte auf ein Mal zu zertheilen sind, wendet man eine Schere an, welche jedoch von den Blechscheren dadurch abweicht, daß ihre Schneiden schlanker (unter einem Winkel von 45 bis 50°) zugeschärft sind und sehr wenig übereinander hinaus treten: beides in der Absicht, um dem Verdrücken der Drähte vorzubeugen. Außer diesen eigentlichen **Drahtscheren** gibt es auch Vorrichtungen zum Abschneiden einzelner dickerer Drähte (**Draht-Abstutzer**) oder mäßig starker (bis etwa zu 30mm dicker) Rundeisenstäbe (**Rundeisen-Abstutzer**), welche in ihrer Beschaffenheit mehr von der gewöhnlichen Scheren-Konstruktion abweichen, indem sie entweder in der oberen und in der unteren Schneide einen halbkreisförmigen, mit dem halben Umfange des zu schneidenden Drahtes oder Rundstabes übereinstimmenden Ausschnitt (auch wohl nur in der Unterschneide einen solchen, dagegen im oberen Scherblatte ein vollbegrenztes Loch zum Durchstecken des Drahtes [5]) haben, also auf das folgende Prinzip gegründet sind [6]): Denkt man sich zwei mit der Fläche auf einander liegende gehärtete Stahlplatten, beide mit einem Loche durchbohrt, so wird durch beide ein Draht gesteckt werden können, wenn die Löcher korrespondirend stehen; dieser Draht aber in der Berührungsebene beider Platten abgeschnitten werden, sobald man nachher die eine Platte auf der anderen um etwas mehr als den Lochdurchmesser verschiebt oder verdreht. Dabei kann der Draht nicht plattgedrückt werden, sofern das Loch zu seiner Dicke möglichst genau paßt, ihn also rundum berührt und einschließt. Ein und dasselbe Instrument kann Löcher für verschiedene Drahtdicken enthalten. Man kann auch, statt der Löcher, Einschnitte auf

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 165, S. 99. — Polyt. Centr. 1862, S. 787.

[2]) Mittheilungen 1860, S. 313. — Polyt. Centr. 1853, S. 73; 1861, S. 589. — Polyt. Journ., Bd. 164, S. 23. — Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 211. — Schweiz. Z. 1861, S. 34. — Génie ind., T. 23, p. 18. — Jobard, Bulletin, T. 42, p. 65.

[3]) Industriel, IV. 148. — Polyt. Journ., Bd. 103, S. 90. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 20 (1846), S. 256.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 140, S. 265. — Polyt. Centr. 1856, S. 627. — Schweiz. Z. 1856, S. 68.

[5]) Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 33.

[6]) Mittheilungen, Lief. 34 (1843), S. 485. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 4 (1844), S. 8. — Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 574.

dem Umkreise zweier auf einander liegender und um gemeinschaftliche Achse drehbare Scheiben anbringen, wobei das Ganze in Gestalt einer Zange ausgeführt wird, wenn die zu zerschneidenden Drähte dünn sind[1]). Zum Abschneiden der Stehbolzen an Lokomotiv-Feuerbüchsen sind besondere scherenartige Werkzeuge ähnlicher Art in Gebrauch gekommen (Stehbolzen-Abschneider)[2])

V. Durchschlag (Ausschlageisen, Ausschlagpunzen, Durchbrechmeißel, Putzmeißel, **emporte-pièce, poinçon à découper, découpoir,** ***punch***)[3]).

Diese verschiedenen Namen bezeichnen Werkzeuge, welche die Bestimmung haben in dünnen Metallstücken, insbesondere in Blech, Löcher durch Herausschlagen entsprechender Theile zu bilden. Es ist dies hier dieselbe Arbeit, wie das Lochen beim Schmieden (S. 182). Die Durchschläge, welche an der Werkbank auf kaltem Metalle angewendet werden, heißen, zum Unterschiede von den beim Schmieden gebräuchlichen, auch Bank-Durchschläge. Ihr Gebrauch ist sehr ausgedehnt, da man fast alle Löcher durchschlagen kann, welche — weil entweder das Metall zu dünn ist oder die Löcher eine andere als kreisrunde Gestalt haben — nicht zu bohren sind. Aus Löchern von verschiedener Form in regelmäßiger Zusammenstellung bildet man öfters größere durchbrochene Muster. Die eigentlichen Durchschläge sind stählerne oder verstählte Stäbchen von 70 bis 120mm Länge, welche sich nach dem unteren, gehärteten Ende hin verjüngen; dieses flach abgeschliffene Ende stellt eine runde, viereckige oder sonst beliebig begrenzte Fläche dar, deren Kanten das Blech durchschneiden oder vielmehr durchquetschen, wenn man das Werkzeug aufsetzt und auf dessen oberes, dickes Ende mit dem Hammer schlägt. Dabei liegt das Blech auf einer im Schraubstocke befestigten Lochscheibe (perçoire) oder auf einer dicken, gegossenen Platte (plateau), welche aus einer Mischung von Zinn und Blei besteht (Blei allein ist zu weich und nachgiebig) oder auf einem eben gehobelten Holzstücke. Die Lochscheibe ist ein flaches, eisernes, oben mit Stahl belegtes Stück von länglich viereckiger Gestalt, welches mehrere Löcher von runder, viereckiger rc. Form und von verschiedener Größe enthält. Ueber einem solchen Loche wird der Durchschlag aufgesetzt; damit das herausgeschlagene Blechstück (der Putzen, découpure, débouchure) leicht durchfällt, erweitern sich die Löcher nach unten. Nicht immer ist beim Durchschlagen oder Ausschlagen (découper, découpage, *punching)* gerade die Hervorbringung der Löcher der nächste Zweck; sondern oft benutzt man die ausgeschlagenen Plättchen, und das vom Bleche Zurückbleibende (die Schroten) ist Abfall. So bilden die Goldarbeiter mittelst kleiner Ausschlag-Punzen auf einer untergelegten mit Papier bedeckten Zinnplatte Blümchen, Blätter u. dgl. aus dünnen Blechen von farbigem Golde, um solche Bestandtheile als Verzierung auf Goldschmuck durch Löthen zu befestigen.

Das Durchschlagen auf Blei, Zinn oder Holz eignet sich, wie leicht begreiflich, nur für sehr dünnes Blech, besonders aus weichen Metallen; etwas dickes Eisenblech z. B. erfordert schon zu harte Schläge, welchen das Blei nicht genügend widersteht, und muß also auf der Lochscheibe durchgeschlagen werden. Soll letztere gute Dienste leisten und im Besonderen keine beträchtliche Verbiegung des Bleches um das gebildete Loch her veranlassen, so darf ihre Oeffnung nur unbedeutend größer sein, als die Endfläche des Durchschlages; alsdann entsteht aber eine Schwierigkeit, den Durchschlag ganz richtig über dem (wegen des darauf liegenden Bleches nicht sichtbaren) Loche aufzusetzen. Sehr zweckmäßig sind deshalb solche Einrichtungen, durch welche dem Durchschlage eine Geradführung gegeben, dessen genaues Zusammentreffen mit der Oeffnung der Lochscheibe gesichert und überdies eine bessere Wir-

---

1) Mittheilungen 1857, S. 150; 1861, S. 237. — Polyt. Journ., Bd. 146, S. 243; Bd. 163, S. 174. — Polyt. Centr. 1857, S. 1421; 1862, S. 247. — Deutsche Gewerbezeitung 1858, S. 275; 1862, S. 34. — Schweiz. Z. 1857, S. 143; 1862, S. 10. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 21.

2) Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 35. — Ztschr. d. Ing. 1867, S. 80. — Polyt. Journ., Bd. 182, S. 83.

3) Technolog. Encyklopädie, Bd. I., S. 387; Bd. IV., S. 478; Bd. IX., S. 547.

lung erzielt wird, weil die gedachte Oeffnung nun so eng gemacht werden kann, daß der eintretende Durchschlag an deren Rändern anstreift, also an allen Punkten seines Umfanges einer Schere ähnlich arbeitet. Konstruktionen dieser Art[1]) bilden den Uebergang zu dem Durchschnitte.

In hartem Stahlblech (z. B. Sägeblättern) kann man ohne Gefahr eines Bruches Löcher durchschlagen, wenn man an der zu lochenden Stelle Aetzgrund aufträgt, hierin den Raum des Loches ausschabt, mit verdünnter Salpetersäure 0,5 mm tief ätzt, endlich auf der Lochscheibe mit dem Durchschlage einen starken und raschen Schlag gibt.

Mehrere Werkzeuge, welche den eigentlichen Durchschlägen mehr oder weniger verwandt sind, müssen hier angeführt werden, nämlich: die Hauer oder Aushauer (emporte-pièce creux) der Klempner u. s. w., womit runde Scheibchen (von 5 bis 75 mm Durchmesser) aus dünnem Bleche gemacht oder runde Löcher gebildet werden, und welche sich von den Durchschlägen dadurch unterscheiden, daß ihre Endfläche vertieft ausgedreht ist und der Umkreis derselben von außen her messer- oder meißelartig scharf geschliffen wird; der spitzige Durchschlag (pointeau), dessen scharfe, gehärtete Spitze ein kleines, rundes Loch hervorbringt (gleichsam durchsticht) ohne einen Theil des Metalles wegzunehmen, dagegen aber auf der Kehrseite des Bleches rund um das Loch einen scharfen Rand (Grath, Bart, bavure, barbe, *bur)* aufwirft, den man wegfeilt, wenn er hinderlich ist; endlich der Sternkeil bei den Schlossern, in Form eines platten, öfters gezackten Keiles, womit lange und schmale Oeffnungen (Schlitze) in dünnes Eisen (z. B. in die Schloßriegel) gemacht werden.

Spitzige Durchschläge mit drei- oder vierkantiger Zuspitzung (Stemmahlen) gebraucht man zur Verfertigung der Reibeisen (dem sogenannten Stemmen), bei welchen man den (durch die Kanten des Werkzeuges in drei oder vier Theile zerreißenden) Grath recht hoch und scharf erhalten will. — Zum Erweitern und Vollenden durchgeschlagener Löcher sind in manchen Fällen Dorne (mandrin, *drift)* erforderlich, von gleicher Beschaffenheit, wie man sie zu dem nämlichen Behufe bei der Feuerarbeit anwendet (S. 183). Eine Verbesserung der runden Dorne besteht darin, daß man sie mit schraubenförmigen Furchen versieht, deren scharfe Ränder feine Späne abnehmen[2]); man kann sie, wenn ihr Durchmesser nur wenig jenen des Loches übersteigt, ganz zylindrisch machen bis auf eine kurze konische Verjüngung an dem zuerst eintretenden Ende. Zur Erweiterung von Keilnuthen in Radnaben u. dgl. sind auch vierkantig prismatische Dorne im Gebrauch, welche auf allen vier Seiten oder auf einer oder 2 Seiten mit querlaufenden Schneiden versehen sind und durch Hammerschläge durchgetrieben werden.

VI. Durchschnitt (Durchstoß, Durchbruch, Schnitt, Lochmaschine, Lochwerk, Stoßmaschine, coupoir, découpoir, machine à percer, machine à découper, machine à poinçonner, poinçonneuse, machine à déboucher, *punching machine, cutting press)*[3]).

Es ist dieses eine maschinelle Verbindung des Lochstempels mit der Lochscheibe, welche das richtige Zusammentreffen Beider sichert und die Benutzung elementarer Be-

[1]) Mittheilungen, Lief. 19 (1839), S. 375. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 2, S. 915. — Technolog. Encyklopädie, IX. 548; XII. 164, 166, 565.

[2]) Polyt. Centr. 1865, S. 166, 228. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 101.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. und XXII. Artikel: Durchschnitt. — Hütte, 1862, Taf. 12a, b. — Brevets, VII. 213, 291; XXI. 237; XXIII. 45; XXIV. 25; XLV. 310; LVIII. 196. — Brevets 1844, T. 44, p. 235. — Borgnis, VI. 160. — Bulletin d'Encouragement, XIX. 12; XXVII. 73. — Jahrbücher, IV. 569. — Berliner Verhandlungen 1822, S. 102; 1860, S. 232. — Polyt. Centr. 1848, S. 1208; 1851, S. 658; 1854, S. 65; 1855, S. 1289; 1858, S. 441; 1859, S. 306; 1863, S. 1203; 1864, S. 589, 1268; 1866, S. 1425; 1870, S. 1302; 1871, S. 152. — Polyt. Journ., Bd. 27, S. 345; Bd. 30, S. 81; Bd. 32, S. 349; Bd. 62, S. 280; Bd. 137, S. 245; Bd. 148, S. 19; Bd. 170, S. 29; Bd. 199, S. 439. — Le Blanc, Recueil, IV. Pl. 36; V. Pl. 40. — Armengaud, I. 316; II. 134; XVII. 525. — Génie ind., T. 3, p. 226; T. 26, p. 40. — Jobard, Bulletin, T. 45, p. 138. — Polyt.

triebskraft gestattet. Große und kleine Löcher von den verschiedensten Formen, in dünnem und in ziemlich dickem Bleche können mittelst des Durchschnittes hervorgebracht werden, wobei bald die ausgeschnittenen Stücke, bald die durchlöcherten Reste des Metalles den Zweck der Arbeit bilden. Ungemeine Schnelligkeit der Arbeit und fast unbeschränkte Anwendbarkeit sind die Vorzüge des Durchschnittes. Nach seiner ursprünglichen Bestimmung dient derselbe in den Münzwerkstätten und Metallknopf-Fabriken zur Darstellung der runden Platten (flans, flaons), woraus die Münzen geprägt und die Kleiderknöpfe verfertigt werden; allein gegenwärtig ist seine Anwendung sehr viel weiter ausgedehnt und von der ungemeinsten Wichtigkeit. Man bedient sich des Durchschnittes zum Ausschneiden der Zähne an den Sägen, zur Hervorbringung von Löchern und Durchbrechungen aller Art in dünnen Metallarbeiten, wodurch Bohrer, Durchschläge, Laubsägen und Feilen mit größtem Zeitgewinne ersetzt werden, zum Ausschneiden einer Menge kleinerer und größerer Gegenstände aus Platten, wie Glieder zu goldenen Kettchen, Uhrzeiger, Dochtfedern zu Lampenbrennern, Arbeitsplatten für Nähmaschinen, Messer- und Scherenklingen, Riegel, Zuhaltungen und Schloßbleche zu kleinen Schlössern, eiserne Schraubenmuttern und Unterlegscheiben (*washers*) dazu, Schnallenringe ꝛc. ꝛc.; zum Lochen (percer, déboucher) der Dampfkesselbleche, der Eisenbahnschienen u. dgl. m. Man bildet sogar große Oeffnungen in dicken Metallplatten mittelst Durchstoßens einer Reihe Löcher, welche nach dem Laufe der vorgeschriebenen Umfangslinie so dicht neben einander gemacht werden, daß sie theilweise in einander fallen und also eine zusammenhängende breite, zuletzt in sich selbst zurückkehrende Schnittfuge erzeugen. — Zu so verschiedenartigen Zwecken muß die Maschine in sehr verschiedener Größe und mit mancherlei Abänderungen ausgeführt werden; indessen sind die wirkenden Hauptheile stets im Wesentlichen dieselben, nämlich der Lochring, die Lochscheibe oder Matrize (matrice, *matrice, die, bed, bed die, bottom die)* und der Drücker, Stempel, Schneidstempel oder Mönch (poinçon, *punch*). Die Unterlage, über welche das zu durchschneidende Blech ꝛc. gelegt wird, ist ein Ring oder eine Platte von gehärtetem Stahle, mit einer Oeffnung, welche eben so groß und eben so gestaltet ist, wie das zu erzeugende Loch oder das herauszuschneidende Stück. Diese Oeffnung erweitert sich nach unten, damit ihre oberen Ränder schärfer werden und die ausgeschnittenen Theile leicht durchfallen. Der Drücker oder Stempel paßt genau in die Oeffnung der Unterlage und tritt, indem er durchschneidet, wirklich ein; damit er beim Rückgang das Arbeitstück nicht mitnimmt, ist an dem Maschinengestell eine den Stempel umschließende Gabel (die Froschplatte) befestigt, welche ein Abstreifen des Arbeitstückes bewirkt.

Hieraus ergibt sich die Wirkungsart des Durchschnittes als übereinstimmend mit jener einer Schere, und zwischen diesen beiden ist nur insofern ein Unterschied, als die Schere eine beliebige Linie in successivem Angriff der verschiedenen Punkte, der Durchschnitt dagegen eine in sich zurückkehrende Linie an allen ihren Punkten zugleich schneidet. Indessen scheint die scherenartige Wirkung, welche durch einen genau in die Matrizenöffnung passenden Stempel entsteht, nicht unbedingt zweckmäßig zu sein, weil erfahrungsgemäß (so beim Schmiedeisen) die Trennung des Materials nach zwei Kegelflächen erfolgt, welche von den Kanten des Stempels und Lochringes ausgehend eine Lamelle zwischen sich lassen, die erst durch einen zweiten Angriff des Stempels zerschnitten werden muß; es entsteht so eine unebene (treppenförmig abgestufte) Schnittfläche, wenn man nicht den Stempel um einen solchen Betrag (bei Schmiedeeisen $1/4$ der Blechdicke) kleiner macht, als den Durchmesser des Lochringes, daß jene zwei kegelförmigen Bruchflächen in einander fallen[1]). — Man macht den Stempel jedenfalls aus Stahl, härtet ihn aber nur dann, wenn er von so einfacher Gestalt ist (z. B. kreisrund oder viereckig), daß er sehr genau in die Unterlage eingepaßt

---

Mittheilungen, Bd. III., S. 60. — Holtzapffel, II. 934. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 32, 33. — Deutsche Gewerbezeitung 1848, S. 344; 1849, S. 586; 1865, S. 147. — Schweiz. Z. 1858, S. 39; 1867, S. 145. — Zeitschrift d. Ing. 1857, S. 276. — Wiebe, Skizzenbuch 1867, Heft 6, Bl. 1 u. 2. — Hütte, 1868, Taf. 10.

[1]) Polyt. Journ., Bd. 174, S. 14. — Polyt. Centr. 1864, S. 935.

werden kann; in den übrigen Fällen läßt man ihn weich, feilt ihn so, daß er noch unbedeutend zu groß ist, und preßt ihn endlich mit Gewalt in die Unterlage, wo er sich völlig ausbildet. Die untere Fläche des Stempels, welche mit dem Bleche in Berührung kommt, ist entweder eben, oder ein wenig ausgehöhlt; im letzteren Falle erlangen die Ränder mehr Schärfe und schneiden besser. Um beim Ausstoßen runder Löcher diese ganz genau auf die erforderliche Stelle zu bekommen, wird der Schneidstempel im Mittelpunkte seiner Grundfläche mit einer kurzen konischen Spitze versehen, welche man in einen auf dem Bleche vorgezeichneten Punkt einsetzt, um die richtige Lage der Blechtafel zu sichern. Für denselben Zweck sind bei allen Maschinen-Durchschnitten Einrichtungen üblich, welche die augenblickliche Unterbrechung der Stempelbewegung gestatten, ohne doch die Stillsetzung der ganzen Maschine erforderlich zu machen; es ist so in allen Fällen möglich, das Arbeitstück unter dem Stempel genau an die rechte Stelle zu rücken (Stempel-Ausrücker). Wenn die zu bildenden Löcher klein sind und nahe bei einander stehen (wie in den Eisenblechen zu Siebböden, Zinkblechen zu Luftfenstern, 2c.), können mehrere derselben, ja ganze Reihen, mit einem Male durchgeschnitten werden, indem man mehrere Stempel vereinigt und der Unterlage die entsprechende Anzahl Oeffnungen gibt[1]). Man benetzt oft beim Gebrauch des Durchschnittes den Stempel und die Unterlage mit Oel, um das Schneiden durch Verminderung der Reibung zu erleichtern.

Bei Durchschnitten von mittlerer Größe wird der Stempel (der sich von oben in die Unterlage einsenkt, während das zu durchschneidende Blech zwischen beiden liegt) sehr gewöhnlich mittelst einer starken Schraube mit zweifachem Gewinde in Bewegung gesetzt, welche so beschaffen sein muß (um Zeit zu sparen), daß ein Viertel bis höchstens ein Drittel einer Umdrehung schon hinreicht, das Durchschneiden zu bewirken. Der Stempel ist am unteren Ende eines senkrecht in Leitungen gehenden Schiebers (*follower*) eingesetzt, auf welchen oben die Schraube wirkt. Letztere wird durch einen Hebel mit Schwunggewichten umgedreht und wirkt stoßweise, nicht durch langsamen Druck. Eine Abänderung besteht darin, den Schieber mit der Schraube fest zu verbinden, der letzteren folglich nur die geradlinige Bewegung zu gestatten, welche durch Drehung der Schraubenmutter erzeugt wird. Für transportable Durchschnitte hat sich die Anwendung des Kniehebels (in Verbindung mit zwei Winkelhebeln, Schraubenpaar und Wendeisen) besonders praktisch erwiesen[2]). — Oft (und zwar ebensowohl bei kleinen als bei großen Durchschnitten) geschieht die Bewegung des Stempels ohne Schraube, durch einen Hebel, an dessen langem Arme die Kraft — sei es die Menschenhand oder Wasserkraft 2c. — wirksam ist (Hebel-Durchschnitt), oder vermittelst mannigfaltiger anderer Mechanismen. Namentlich ist auch die hydraulische Presse in verschiedener Weise zur Anwendung gebracht[3]). Allgemein ist zu bemerken, daß rasche, stoßende Bewegung des Stempels bei den von Menschen betriebenen Durchschnitten des besseren Erfolges wegen der Regel nach angewendet wird, hingegen die von Elementarkraft in Gang gesetzten Lochmaschinen langsam drückend wirken, was hier wegen der größeren Betriebskraft angeht und wegen Schonung der Maschine vorzuziehen ist.

Ganz kleine Hebeldurchschnitte führt man in Gestalt einer Zange aus, indem Stempel und Matrize einander gegenüber auf den Innenseiten des Maules angebracht werden (Lochzange)[4]). Wegen der geringen mit einer solchen Zange auszuübenden Kraft taugt aber dieses Mittel nur für sehr dünnes Blech und Löcher von unbedeutender Größe; daneben wirkt die Zange wegen der Bogenbewegung des Stempels ziemlich unvollkommen.

Die Druckkraft, durch welche eine Metallplatte gelocht wird, steht unter übrigens gleichen Umständen (z. B. bezüglich des guten Zustandes von Stempel und Lochring) und

---

[1]) Armengaud, VII. 390. — Polyt. Centr. 1851, S. 707; 1866, S. 1425. — Brevets 1844, T. 31, p. 31.

[2]) Armengaud, XVII. 370.

[3]) Génie ind., T. 14, p. 225. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 17. — Polyt. Journ., Bd. 147, S. 325, Bd. 172, S. 6. — Polyt. Centr. 1858, S. 9; 1864, S. 159; 1865, S. 987. — Kronauer, Maschinen, IV. Taf. 24. — Ztschr. d. Ing. 1866, S. 707; 1867, S. 785. — Hütte 1868, Taf. 32 b. — Polyt. Journ., Bd. 178, S. 14; Bd. 200, S. 1.

[4]) Polyt. Mittheilungen, III. 82, 84.

wenn man den Vorgang als eine reine Abscherung auffassen darf, im geraden Verhältnisse des Lochdurchmessers und der Dicke der Platte. Nach den über diesen Gegenstand vorhandenen Beobachtungen scheint es, daß man durchschnittlich die Abscherungs-Festigkeit, in Kilogrammen für 1 □mm abgescherter Fläche berechnet, annehmen könne:

bei Schmiedeisen und Eisenblech	zu 39,0
„ „ in dunkler Glühhitze	„ 8,3
„ Kupferblech	„ 20,5
„ Zinkblech	„ 9,0
„ Legirung 1 Zinn + 1 Blei	„ 3,4
„ Zinn	„ 2,1
„ Blei	„ 1,8

Bezeichnet D den Lochdurchmesser und d die Dicke des Bleches, beide in Millimetern, und f den aus vorstehendem Verzeichnisse entnommenen Festigkeits-Koeffizienten, so wird der zum Lochen erforderliche Druck

$$F = D \,.\, \pi \,.\, d \,.\, f \text{ Kilogramm.}$$

Während der Schneidstempel des Durchschnittes seinen Weg durch die Blechdicke zurücklegt, nimmt der noch abzuscherende Theil der Blechdicke allmälig von d bis zu Null ab; zu Berechnung eines gleichmäßig fortdauernden Arbeitswiderstandes wird man also nur $\frac{d}{2}$ einzuführen haben: Die mechanische Arbeit L beim Schneiden des Loches ergibt sich demnach (als das Produkt des Widerstandes in den durchlaufenen Weg)

$$L = F \,.\, \frac{d}{2} = \frac{D \,.\, \pi \,.\, d^2 \,.\, f}{2}$$

oder — wenn man den Weg in Metern, die Arbeit in Meterkilogrammen ausdrücken will —

$$L = \frac{D \,.\, \pi \,.\, d^2 \,.\, f}{2000},$$

wofür kürzer gesetzt werden kann:

$$L = 0{,}00157 \; D \,.\, d^2 \,.\, f.$$

Hiernach würde der Arbeitsverbrauch pro 1 □mm Schnittfläche zu

$$\alpha = \frac{L}{\pi \; D \; d} = \frac{d \,.\, f}{2000}$$

und der Arbeitsverbrauch einer Lochmaschine, welche eine stündliche Schnittfläche von F □m liefert und deren Betriebsarbeit im Leergang N_0 Pferdestärken beträgt, zu

$$N = N_0 + \frac{1000000 \,.\, F \,.\, \alpha}{60 \,.\, 60 \,.\, 75} = N_0 + 3{,}71 \,.\, F \,.\, \alpha \text{ Pferdestärken}$$

sich ergeben.

Nach mehreren von Hartig ausgeführten Versuchen scheint die Annahme, daß man im vorliegenden Falle die reine Abscherungsarbeit zu berechnen habe, nicht zutreffend, denn es fand sich z. B. für Schmiedeisen, daß der Arbeitsverbrauch pro 1 □mm Schnittfläche durch folgende Formel dargestellt werden müsse:

$$\alpha = 0{,}25 + 0{,}0145 \,.\, d^{\text{mkg}}$$

gültig für $d = 4$ bis 55mm, während die oben gemachte Annahme

$$\alpha = 0{,}0195 \,.\, d^{\text{mkg}}$$

ergeben würde; beide Formeln liefern für $d = 50$ mm denselben Werth ($\alpha = 0{,}975^{\text{mkg}}$), wogegen die erste für kleinere Werthe der Blechdicke einen größeren Arbeitsbetrag pro 1 □mm Schnittfläche (einen größern spezifischen Arbeitswerth) ergibt, als die zweite (z. B. für $d = 10$mm $\alpha = 0{,}395$ statt $\alpha = 0{,}195$mkg). Es ist wahrscheinlich, daß diese Abweichung dem Auftreten einer starken Reibung zwischen Stempel und Arbeitstück zugeschrieben werden muß, deren Betrag der Blechdicke nicht proportional ist.

Für den Leergang der durch Riemen getriebenen Lochmaschinen können nach Hartig die in folgender Uebersicht enthaltenen Werthe des Arbeitsverbrauches angenommen werden, worin zugleich die übliche Zahl der Schnitte pro Minute (n) und die der größten Blechdicke entsprechenden Werthe von α (für Eisenblech) enthalten sind.

Größte Blechdicke $d =$	10	20	30	40 mm
Zahl der Schnitte pro Min. $n =$.	10	9,2	8,3	7,5

Arbeitsverbrauch im Leergang N_0 =	0,16	0,32	0,55	0,82 PS
Spezifischer Arbeitswerth pro 1 □ mm Schnittfläche α = ...	0,395	0,540	0,685	0,830 mkg

Um nun den totalen Arbeitsverbrauch eines Durchschnittes im Arbeitsgange zu finden, beobachte man die stündliche Schnittfläche F □ m und bediene sich der oben angegebenen Formel für N. Ist z. B. bei $d = 10$ mm, $N_0 = 0{,}16$ PS, $\alpha = 0{,}395$ mkg, die stündlich erreichte totale Schnittfläche $F = 0{,}5$ □ m, so ergibt sich der gesammte Arbeitsverbrauch zu

$$N = 0{,}16 + 3{,}71 \;.\; 0{,}395 \;.\; 0{,}5 = 0{,}893 \text{ Pferdestärken.}$$

An einem Durchschnitt der größten Art wurde das Folgende beobachtet: Größte Blechdicke 38 mm, größte Dicke des Stempels 36 mm, Stempelhub 75 mm, Ausladung (größter Abstand vom Rande des Arbeitstückes, in welchem die Herstellung eines Loches noch möglich ist) 700 mm, Zahl der Stempelhübe pro Minute 7,7, daher mittlere Geschwindigkeit des Stempels 19,4 mm pro Sec., Schnittfläche pro Stunde in Eisenblech von 25 mm Dicke (bei quadratischem Stempel von 36 mm Dicke) $F = 1{,}86$ □ m, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}02$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 4{,}48$ Pferdestärken, Gewicht der Maschine 13200 kg.

Beim Lochen von Eisenblech darf, wenn der stählerne Schneidstempel noch genügenden Widerstand gegen Zusammenstauchen oder Zerbrechen leisten soll, d nicht größer als D sein; d. h. man kann in Eisenblech (kalt) kein kleineres Loch schneiden als ein solches, dessen Durchmesser gleich der Blechdicke ist, und kein dickeres Eisenblech lochen als ein solches, dessen Dicke gleich dem Durchmesser des geforderten Loches.

Für besondere Zwecke wird der Durchschnitt zuweilen auf eigenthümliche Weise abgeändert oder mit Nebentheilen in Verbindung gesetzt, welche die ausgeschnittenen Blechstückchen mit einer weiteren Ausbildung ihrer Form versehen. In ersterer Beziehung verdient eine Maschine angeführt zu werden, welche Siebplatten aus dünnem Eisenbleche dadurch herstellt, daß die Löcher von einer auf der Randfläche mit kleinen zugespitzten Stempeln besetzten sich umdrehenden Scheibe in Reihen durchgedrückt werden[1]). Ein Beispiel des zweiten Falles geben die Maschinen zur Verfertigung der messingenen Ringe, welche zur Ausfütterung runder Löcher in Miedern, Riemenzeug 2c. angewendet werden[2]).

VII. Sägen (scie, *saw*)[3]).

Das **Blatt** (lame, *blade, web*) einer **Metallsäge** ist zwar in den wesentlichsten Umständen dem einer Holzsäge ähnlich; aber dennoch bedingt die Härte der Metalle einige Unterschiede: 1) Metallsägen müssen im Allgemeinen härter sein als Holzsägen. Während man letztere gewöhnlich bis zur violetten oder rothgelben Farbe nachläßt, müssen jene in der Regel nur strohgelb angelassen werden, damit sie sich selbst auf Eisen und ungehärtetem Stahle nicht zu schnell abnutzen. 2) Die Zähne (dents, *teeth*) der Metallsägen sind feiner als jene der Holzsägen, weil die Härte der Metalle nur feine Späne abzustoßen erlaubt (gewöhnlich stehen 5 bis 10 Zähne auf der Länge eines Centimeters). 3) Die Zähne sind nicht ausgesetzt oder geschränkt (seitwärts aus der Ebene des Blattes weggebogen). Bei den Holzsägen dient das Schränken dazu, dem Schnitte eine größere Breite zu geben, als die Dicke des Sägeblattes an sich hervorbringen könnte; die Säge bewegt sich dadurch freier und wird nicht so leicht von den angehäuften Spänen gehindert. Die härteren Metallsägen würden das Schränken kaum gestatten, wozu noch die Kleinheit der Zähne als ein anderes Hinderniß kommt. Auch geht es nicht an, in Metall (wegen dessen Härte) einen breiten Schnitt zu machen. Um aber dennoch der Säge etwas Spielraum in dem Schnitte zu verschaffen, macht man die Blätter am Rücken dünner als an der gezahnten Seite, oder überhämmert behutsam die Spitzen der Zähne, welche sodann durch Nachfeilen wieder scharf gemacht werden; die Hammerschläge treiben nach beiden Seitenflächen des Zahnes einen ziemlich starken Grath auf, welcher gut aushält und die Breite des

---

1) Bulletin d'Encouragement, XXX. (1831) p. 162. — Polyt. Journ., Bd. 41, S. 250. — Brevets, LXIX., p. 119.
2) Brevets, XLVI. 240; LIII. 16.
3) Technolog. Encyklopädie, XII. 131. — Werkzeugsammlung, S. 51.

Schnittes vergrößert. — Eine andere empfehlenswerthe Verbesserung der Metallsägen besteht darin, das Blatt in geringem Grade säbelähnlich krumm zu machen, sodaß die Konvexität auf der gezahnten Seite liegt. Indem die Säge am meisten auf ihrem mittleren Theile gebraucht wird, dort also am häufigsten die Zähne durch Nachfeilen geschärft werden müssen, erlangt die gezahnte Seite — wenn das Blatt ursprünglich gerade war — allmälig eine konkave Gestalt, welche das Schneiden damit sehr unbequem macht. Ist dagegen die Zahnseite der neuen Säge konvex, so wird dieselbe durch das wiederholte Schärfen nur weniger krumm oder höchstens gerade, behält also länger ihre volle Brauchbarkeit.

Die in den Schlosserwerkstätten vorkommende **Bogenfeile** ist ein sägenartiges und gleich den Sägen zu gebrauchendes Instrument mit breiterem und dickerem Blatte als andere Metallsägen, zugleich dadurch abweichend, daß die Zähne fein und durch Einhauen mit einem Meißel gebildet sind, wodurch dieselben eine Aehnlichkeit mit dem Hiebe der Feilen erlangen. Bei jedem Eindrucke, welchen der Meißel macht, wirft er nach den breiten Flächen des Blattes hinaus einen Grath auf, dessen Nutzen schon oben berührt wurde. Da mit der Bogenfeile nie so tief geschnitten wird, daß das Blatt mit seiner ganzen Breite eintritt, so pflegt man beide Kanten zu verzahnen und nach Belieben die eine oder die andere in Gebrauch zu nehmen. — Das Einhauen der Zähne mittelst des Meißels wird öfters auch bei den Laubsägen (s. unten) angewendet.

Man gebraucht die Sägen, um größere Theile von Metall abzuschneiden, dicke Blechtafeln oder andere massive Metallstücke zu zertheilen, geschweifte Umrisse auszuschneiden, schmale Einschnitte zu machen u. s. w. Sie werden in ein von geschmiedetem Eisen verfertigtes **Gestell** (den **Sägebogen**, châssis, arc, *saw-frame*) gefaßt, und wenigstens an einem Ende des Blattes muß (die allerkürzesten Exemplare etwa ausgenommen) eine Schraube zu gehöriger Anspannung desselben vorhanden sein. Der eiserne Bogen ist mit einem hölzernen Hefte versehen, an welchem er mit der Hand gehalten und bewegt wird. Nur den längsten Blättern (welche von 300 bis 450 ^{mm} messen und etwa 18 ^{mm} breit sind) gibt man hölzerne Bögen oder Gestelle. Um Verzierungen u. dgl. mit zackigen oder geschweiften Umrissen auszuschneiden, bedient man sich der **Laubsäge** (scie à découper, scie à contourner, scie à vider, *piercing saw*), welche 80 bis 150 ^{mm} lang, sehr fein gezahnt (10 bis 25 Zähne auf 1 Centimeter Länge) und — weil sie oft in kurzen Krümmungen gewendet werden muß — sehr schmal (0,6 bis 2 ^{mm} breit) ist. Man macht solche Sägen aus Streifen von Uhrfedern, welche kaum über 0,25 ^{mm} dick und für diesen Zweck hart genug sind, da die Laubsägen meist nur auf dünnem Bleche und auf weichen Metallen (Messing und Tombak, Silber, Gold), selten auf Eisen gebraucht werden.

Das Gestell der Laubsäge (der **Laubsägebogen**, bocfil — wahrscheinlich das verderbte deutsche „Bogenfeile" —) ist so eingerichtet, daß es verlängert und verkürzt werden kann, um auch abgebrochene aber für den Gebrauch noch genügend lange Blätter aufnehmen zu können. Das Blatt ist darin an beiden Enden dergestalt eingeklemmt, daß man es leicht und schnell wechseln, auch aushängen und gleich wieder befestigen kann. Letzteres wird dann nöthig, wenn innerhalb einer Metallfläche eine Durchbrechung oder Oeffnung auszuschneiden ist, welche nicht gegen den Rand hin ausmündet, sondern ringsum eingeschlossen ist. Dieser Fall kommt ungemein häufig vor, indem eine Menge durchbrochener Verzierungen u. dgl. mit der Laubsäge ausgeschnitten werden. Nachdem in solchen Fällen ein kleines Loch an einer passenden Stelle gebohrt oder durchgeschlagen ist, steckt man durch dieses die Säge und befestigt sie hierauf wieder in ihrem Bogen, welcher letztere sich sodann außerhalb des Arbeitstückes bewegt, während das Blatt im Innern dem vorgeschriebenen Umrisse der zu erzeugenden Durchbrechung folgt. Das Laubsägen-Gestell muß, im Verhältnisse zu seiner Länge, weit gebogen sein, damit man auch Oeffnungen ausschneiden kann, welche in ziemlicher Entfernung vom Rande des Arbeitstückes sich befinden.

Um schmale und nicht tiefe Einschnitte (z. B. die Spalte in Schraubenköpfen u. dgl.) herzustellen, dient sehr gut ein 50 bis 100 ^{mm} langes, 6 bis 15 ^{mm} breites Sägeblatt, welches am Rücken, seiner ganzen Länge nach, in einem Falze von Messingblech oder zwischen zwei eisernen zusammengeschraubten Schienen von gleicher Breite dergestalt eingeklemmt ist, daß etwa die Hälfte seiner Breite hervorragt. Diese Fassung, welche mit einem hölzernen Hefte versehen wird, hält das Blatt steif

und gerade, ohne daß eine Vorrichtung zum Spannen nöthig ist (Einstreichsäge, Schraubenkopfsäge, *screw-head saw*) [1]. Sehr zweckmäßig ist es, das Blatt nur gerade so weit aus der Fassung hervorragen zu lassen, als der zu machende Einschnitt tief werden soll, weil man in diesem Falle die richtige Tiefe nie überschreiten kann.

Die Anwendung der Säge kommt bei Verarbeitung der Metalle weit weniger häufig vor, als bei jener des Holzes, weil in dickem und hartem Metall die Säge ziemlich langsam wirkt, die Durchtheilung großer Metallkörper niemals erforderlich ist (wegen der Leichtigkeit mittelst Gießens oder Schmiedens die verlangte Gestalt und Größe zu erzeugen), endlich andere Zertheilungsmittel (Meißel und mächtige Scheren) mit der Säge konkurriren. — Sehr weiche Metalle (Zinn, Blei) können leicht mit einer gewöhnlichen Holzsäge geschnitten werden, wobei man aber Wasser aufgießen muß, um das Zusammenkleben der Späne und deren Anhängung an das Sägeblatt zu verhindern. Ferner kann die Holzsäge im Nothfalle zum Durchschneiden von Eisen (sowohl Guß- als Schmiedeisen) dienen, wenn dieses hellrothglühend ist und die Säge sehr rasch bewegt wird, um nicht von der Hitze zu leiden. — In mehreren Fällen verwendet man neuerdings zur Herstellung ebener Schnittflächen mit Vortheil Kreissägen, d. h. runde, am Umkreise gezahnte, mit einer durch ihren Mittelpunkt gehenden Achse in sehr schnelle Drehung versetzte Stahlblechscheiben, wie sie zum Zersägen des Holzes ausgedehnte Anwendung finden. Im Kleinen kann man sich der Drehbank zu solchen Zwecken bedienen, um z. B. Messingplatten in Streifen zu schneiden. Die Säge hat hierzu etwa 50 bis 100^{mm} Durchmesser, 1^{mm} Dicke und wird an der Drehbankspindel eingespannt, mit welcher sie sich umdreht, während man das Metallstück auf einem Schieber darunter durchführt. Um das Klemmen der Säge im Schnitte zu vermeiden, überhämmert man vor dem Schärfen der Zähne die Spitzen. Eine zum Durchschneiden sehr dicker (z. B. 100^{mm} starker) Schmiedeisenplatten dienende Kreissäge von 400^{mm} Durchmesser und 5 oder 6^{mm} Dicke kann 17 Umdrehungen in 1 Minute machen (Umfangsgeschwindigkeit 350^{mm} per Sekunde). Im größten Maßstabe werden Kreissägen zum Geradeabschneiden (araser) der — vom Auswalzen her noch rothglühenden — Eisenbahnschienen benutzt, indem man zwei solche Sägen an den Enden der Schiene zugleich arbeiten läßt. Hierbei wird entweder die Schiene den Sägen entgegengeführt oder es liegt die Schiene fest und die Sägenachse ist in einem pendelartig beweglichen Rahmen gelagert, der vom Arbeiter geführt wird (balancirende Kreissägen). Die Blätter dieser Sägen [2] haben 0,76 bis 1,5^{m} Durchmesser, sind entweder aus dem Ganzen oder aus sechs auf einer Gußeisenscheibe angeschraubten Stahlsegmenten von etwa 3^{mm} Dicke hergestellt, grob verzahnt (Zahntheilung 12 bis 32, Tiefe 9 bis 20^{mm}) und machen 800 bis 2000 Umläufe in 1 Minute (Umfangsgeschwindigkeit 60 bis 80^{m} per Sekunde), wobei sie 2 bis 6 Pferdestärken zum Betriebe erfordern und eine Schiene in 10 bis 15 Sekunden durchschneiden. Nach einer anderen Angabe soll ein Paar derartiger Sägen von 1,35^{m} Durchmesser, 820 Mal in der Minute umlaufend, 11 Pferdestärken konsumiren (Umlaufsgeschwindigkeit 58^{m} per Sekunde). — Auch in einigen anderen Fällen gebraucht man Kreissägen auf glühendem Eisen, so namentlich um Kesselblechtafeln auf allen vier Seiten gleichzeitig durch vier Sägen zu beschneiden [3] und dicke Walzeisenstäbe in laufrechter Länge abzuschneiden [4]. In größeren Schmiedewerkstätten hat man die Kreissägen als das vortheilhafteste Hülfsmittel zum Querabschneiden aller dickeren Eisen- und Stahlstäbe (in rothglühendem Zustande) allgemein eingeführt. An einer Säge dieser Art wurde Folgendes beobachtet: Durchmesser des (schmiedeisernen) Blattes 764^{mm}, Dicke

---

[1] Holtzapffel, II. 723.

[2] Hütte, 1859, Taf. 12. — Wiebe, Skizzenb., Heft 19, Taf. 6. — Génie ind., T. 28, p. 198. — Kunst- und Gewerbeblatt 1847, S. 152. — Deutsche Gewerbezeitung 1849, S. 298. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 1 (1843), S. 10; 1864, S. 1621. — Valerius, Stabeisenfabrikation, S. 291. — Kronauer, Zeitschrift, Jahrg. 1849, S. 9. — Hartmann, Eisenhüttenkunde nach Le Blanc u. A., IV. Theil (1846), S. 212, und Erklärung der Abbild., S. 54. — Le Blanc, Recueil, III., Pl. 60. — Berliner Verhandlungen, XXXII. (1853), S. 95. — Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, V. Jahrg. (1853), Wien, S. 4. — Atlas III., Taf. 3.

[3] Polyt. Centr. 1864, S. 1555.

[4] Hütte, 1861, Taf. 16, p. — Génie ind., T. 25, p. 106. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 110. — Polyt. Centr. 1863, S. 646.

desselben 2,75 mm, Schnittbreite (in Folge geschränkter Zähne) 3,50 mm, Zähnezahl 106, Zahntheilung 22,6 mm, Umfangsgeschwindigkeit des Blattes 40 m pro Sekunde, Geschwindigkeit, mit welcher das (auf einem Schlitten gelagerte) Arbeitstück zugeschoben wird, 1—2 mm pro Sekunde, stündlich erreichte Schnittfläche bei Durchschneidung rothwarmen Rundeisens von 125 mm Dicke $F = 0{,}60$ □m, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}62$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 4{,}20$ Pferdestärken. Der Verbrauch an Nutzarbeit, berechnet auf 1 □m Schnittfläche per Stunde, ergab sich im Durchschnitt

für rothwarmes Eisen $\varepsilon = 7{,}56$ Pferdestärken,
für rothwarmen Stahl $\varepsilon = 10{,}9$ „

daher für Kreissägen dieser Art zur Berechnung des Arbeitsverbrauches aus der (in jedem Falle leicht zu beobachtenden) Schnittfläche F □m pro Stunde sich die Formel darbietet

$$N = 0{,}62 + \varepsilon \,.\, F \text{ Pferdestärken.}$$

Die Verwendung von Eisenblech (statt Stahlblech) zur Herstellung des Blattes für Sägen dieser Art empfiehlt sich aus dem Grunde, weil die hohe Temperatur des Arbeitstückes in Verbindung mit der beim Angriff der Zähne stattfindenden Wärmeerzeugung eine so starke Erhitzung des Blattes herbeiführt, daß die einem stählernen Blatte durch die bekannten Methoden ertheilte Härte bald verschwindet, daher denn im Grunde ein stählernes Blatt nicht viel besser ist, als das billigere von Eisenblech.

Hier kann die merkwürdige Beobachtung angeführt werden, daß eine auf der Drehbank in sehr rasche Umdrehung (mit mehr als 20 m Peripherie-Geschwindigkeit pro Sekunde) versetzte nicht gezahnte Eisenblechscheibe angehaltene harte Stahlstücke (Feilen, Grabstichel) heftig angreift und durchschneidet. Vielleicht ließe sich davon zuweilen eine praktische Anwendung machen.

Vortheilhafter Gebrauch kann zum Schneiden des Eisens auch von den (in der Holzverarbeitung sehr verbreiteten) **Bandsägen** gemacht werden. Schmiedeisenplatten von 70 bis 100 mm Dicke können damit zersägt werden. Die zweckmäßigste Geschwindigkeit der Säge wird zu 1,25 m pro Sekunde angegeben. In einer Platte von 25 mm Dicke soll eine Schnittlänge von 38 mm pro Minute erzielt worden sein.

VIII. Hobel (Metallhobel, rabot, *plane*)[1].

Bei dem Hobel ist ein meißelförmiges scharfschneidiges Werkzeug (**Hobeleisen**) in einem hölzernen oder auch eisernen Kasten in solcher Art befestigt, daß es auf der Oberfläche eines Arbeitstückes schabend oder schneidend zur Wirkung gebracht werden kann, jedoch verhindert ist, zu einer größeren als der im Voraus bestimmten Tiefe in das Material einzudringen. Es liegt hier der erste Anfang zu einer maschinellen Verbindung zwischen Werkzeug und Werkstück vor, sofern die freie Beweglichkeit, welche den meißelförmigen Werkzeugen sonst eigenthümlich ist, hier theilweise (in der Richtung normal zur Oberfläche des Werkstückes) durch die Berührung zwischen Werkstück und Hobelkasten aufgehoben ist. Bei der Hobelmaschine (S. 265) ist diese Beschränkung vollständig.

Von der bekannten Einrichtung der Tischlerhobel weicht jene der Metallhobel in mehr als einer Beziehung ab. Das Hobeleisen ist entweder ein **Zahneisen**, *toothed plane-iron* (mit einer Reihe kleiner Zähne statt der Schneide), oder ein **Schlichteisen**, *smoothing plane iron* (mit geradliniger Schneide). Ersteres dient dazu, eine Metallfläche aus dem Groben zu bearbeiten; letzteres, um sie glatt zu machen und zu vollenden. Die Schneide des Eisens darf jedenfalls nicht so dünn oder spitzwinklig zugeschliffen sein wie bei Holzhobeln, weil sie, ohne auszubrechen, einen größern Widerstand überwinden muß, der durch die Härte der Metalle erzeugt wird; der Zuschärfungswinkel ist demnach nicht kleiner als 50°, gewöhnlich = 60 bis 75°. Das Eisen hat selten über 25 mm Breite und steht nur sehr wenig nach rückwärts geneigt — beinahe senkrecht —, indem seine Wirkung mehr schabend als schneidend sein soll.

Die untere Fläche des Hobels, womit derselbe auf dem Arbeitstücke läuft (die **Sohle**, *sole*) darf keine Eindrücke von den Hobelspänen annehmen, muß daher aus einem sehr harten Materiale bestehen. Gutes hartes Gußeisen ist besser als geschmiedetes Eisen; gehärteter Stahl würde im höchsten Grade den Vorzug erhalten, wenn nicht das Härten

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 522. — Werkzeugsammlung, S. 217.

stählerner Hobelsohlen sehr schwierig wäre. Gewöhnlich wirft sich die Sohle, oder bekommt Sprünge vom Härten, besonders um das Loch her, durch welches das Eisen herausragt. Man macht gewöhnlich entweder den Kasten von Holz und belegt die Sohle mit einer geschmiedeten Eisenplatte, welche aufgeschraubt wird; oder man schmiedet den Kasten und die Sohle, jedes besonders, worauf man sie zusammenschraubt; oder man gießt Kasten und Sohle vereinigt aus Gußeisen; oder endlich (was jedoch, der schon angedeuteten Schwierigkeit wegen, selten vorkommt) man schraubt eine gehärtete stählerne Sohlplatte auf einem geschmiedeten eisernen Kasten fest. Ein Metallhobel muß ein ziemlich großes Gewicht haben, damit er fest auf der Arbeit steht und man weniger stark mit den Händen darauf zu drücken braucht; doch macht man — um zu große Schwere zu vermeiden — die gegossenen oder geschmiedeten eisernen Kästen hohl und füllt sie mit Holz aus. Das Hobeleisen wird in dem Kasten entweder durch einen Keil (wie bei den Tischlerhobeln) oder durch eine Druckschraube festgehalten; letzteres ist, wegen größerer Festigkeit, vorzuziehen, besonders wenn noch hinzukommt, daß man das Höher- und Tieferstellen des Eisens nicht aus freier Hand durch Schiebung, sondern gleichfalls mittelst einer Schraube (Stellschraube) verrichtet. Die Führung des Hobels wird oft dadurch erleichtert und bequemer gemacht, daß man am vorderen Ende (als Auflage für die linke Hand) einen aufrechtstehenden Vorsprung (die Nase) und hinter dem Eisen einen länglich-ringförmigen hölzernen Griff (für die rechte Hand) anbringt. Der Kasten ist 250 bis 300mm lang, 36 bis 42mm breit und ungefähr 50mm hoch.

Ein großer, mit zugespitztem oder schmal-schneidigem Eisen versehener Hobel kann, in Verbindung mit einer zweckmäßig gebauten Metall-Hobelbank, für kleine Werkstätten als Ersatz der sogleich folgenden Hobelmaschinen empfohlen werden, sofern es sich nur um die Bearbeitung ebener Flächen von mäßiger Länge und Breite handelt[1]). — Ganz weiche Metalle, so namentlich die zinnernen Platten zu den Orgelpfeifen, hobelt man nur mit einem Schlichteisen, welches 36 bis 48mm breit, mit einem Schneidwinkel von 35 bis 40° zugeschärft und in einen ganz hölzernen Kasten vertikal eingesetzt ist.

IX. Hobelmaschine, Feilmaschine [2]).

Diese Maschinen, welche bei dem jetzigen vervollkommneten Zustande der praktischen Mechanik ein unentbehrliches Bedürfniß der Maschinenbau-Werkstätten sind, haben ihren Namen nicht davon, daß sie mit wirklichen Hobeln oder Feilen versehen sind (was in der That nicht der Fall ist), sondern deshalb, weil sie als ein vortreffliches Ersatzmittel der Hobel und Feilen dienen, wo man ebene oder zylindrische Flächen auszuarbeiten, oder Furchen einzuschneiden, Gesimswerk zu verfertigen hat. Der wirkende Theil ist ein schneidig angeschliffener Schabmeißel oder Schneidstahl (Meißel, Stichel, Stahl, outil, burin, *planing tool, cutter*), der nach Erforderniß eine spitzige, abgerundete oder andere Gestalt erhält und in geraden Zügen die Metallfläche abschabt oder beschneidet, von welcher er mehr oder weniger starke (bis zu 10mm dicke) Späne nimmt. Während beim Hobel die Tiefe, zu welcher der Stahl eindringen kann, durch Hobelkasten und Oberfläche des Werkstückes begrenzt wird, geschieht solches bei der Hobelmaschine durch eine vollständige maschinelle Verbindung zwischen Stahl und Arbeitstück unter Benutzung sorgfältig ausgeführter Prismenführungen. Im Allgemeinen gewährt die Anwendung solcher Maschinen, im Vergleich mit dem Feilen aus freier Hand, den Vortheil ungemeiner Zeitersparniß und sehr genauer Arbeit; ja die fabrikative Bearbeitung großer Maschinenbestandtheile von Guß- und Schmiedeisen ist erst durch Einführung der Hobelmaschinen möglich geworden. Man baut die letzteren in außerordentlich verschiedenem Maßstabe, selbst die kleineren aber in der Regel zum Betriebe durch Elementarkraft; die größten können Flächen bis zu 14m Länge und 3 oder sogar 5m Breite abhobeln. Ungeachtet der Gleichheit im Prinzipe ihrer Wirkung unterscheidet man die hier zusammengefaßten Maschinen in die zwei schon überschriftlich genannten Gattungen: Hobelmaschinen und Feilmaschinen. Erstere nehmen mit langsamer Bewegung und meist in langen Zügen

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 31 (1842), S. 245. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 2 (1843), S. 1.

[2]) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 608—637. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XXIII., S. 445.

verhältnißmäßig starke Späne ab und dienen demnach zur Bearbeitung hauptsächlich großer Gegenstände; letztere hingegen geben dem Stahle eine raschere Bewegung in kurzen Zügen, wonach dieselben feine Späne erzeugen und zur Zurichtung kleiner Gegenstände ausschließlich geeignet sind.

a) **Hobelmaschinen (machine à raboter, raboteuse, machine à planer, planeuse,** ***planing machine*****)**, auch wohl Planhobelmaschinen genannt, weil sie wesentlich und fast ausschließlich für die Ausarbeitung ebener Flächen gebaut sind. Das Arbeitstück ist auf einer horizontalen gußeisernen Tafel (table, plateau, *bed*, *table*) befestigt, der Stahl steht senkrecht auf demselben (in einzelnen Fällen schräg oder auch horizontal) und hat am Ende seine Schneide; er ist an einer über der Tafel angebrachten Vorrichtung (Support, Stichelhalter, Meißelhalter, porte-outil, *head-stock*) befestigt, in welcher ihm durch mittelst Schrauben bewegter Schieber eine Versetzung nach der Breitenrichtung der Tafel, sowie eine Hebung oder Senkung gestattet ist. Im Uebrigen sind zwei Haupt-Konstruktionen gebräuchlich: Entweder bewegt sich die Tafel (Tisch oder Schlitten genannt) mit dem Arbeitstücke ihrer Länge nach unter dem Stahle auf gehobelten Flächen des Gestelles (Bettes) hin (was durch Zahnstange und Getriebe, Krummzapfen und Zugstange, Kurbel und Kurbelschwinge, eine Schraubenspindel mit sehr stark steigendem Gewinde, eine Kette ꝛc. bewirkt wird [1]); oder es liegen Tafel und Arbeitstück fest und wird der Support, welcher alsdann seinerseits eine Art Schlitten bildet, auf horizontalen Führungsprismen über dasselbe fortgeschoben [2]). In dem einen wie in dem anderen Falle entsteht durch die erwähnte Bewegung ein gerader Schnitt über die ganze Länge der zu bearbeitenden Fläche, nach dessen Beendigung der bewegte Bestandtheil (Tisch oder Support) die rückkehrende Bewegung machen muß. Nach jedem Schnitte wird der Stahl mittelst des Horizontal-Schiebers am Support um einen kleinen Betrag in der Breitenrichtung der Tafel verrückt, damit der nächste Schnitt neben den vorhergehenden fällt und so nach und nach die ganze Breite des Arbeitstückes mit parallelen Schnitten überdeckt wird.

Die Umkehrung des Tisches (oder des Supportes) im rechten Augenblicke, sowie die hiermit korrespondirende Versetzung des Stahles in der Breitenrichtung, bewirkt der Mechanismus (Steuerungsapparat) selbstthätig; nur die Hebung und Senkung des Stahles (wodurch dessen Eingreifen zu Stande gebracht, regulirt oder wieder aufgehoben wird) geschieht von der Hand eines Arbeiters. Einige Hobelmaschinen schneiden nur beim Vorgehen der Tafel (oder des Supportes), und in diesem Falle muß dem Stahl die Fähigkeit gegeben sein, während des Rückganges sich von dem Arbeitstück abzuheben, damit er nicht zwecklos stark aufstreife und abgenutzt werde; andere bewirken einen Schnitt im Hingange und einen Schnitt im Hergange, entweder mittelst zweier entgegengesetzt stehender Stähle oder mittelst eines und desselben Stahles, der jedes Mal vor dem Anfange einer

---

[1]) Hütte 1856, Taf. 4a, b, c und e, f; 1858, Taf. 42; 1871, Taf. 10. — Armengaud, I. 241; II. 245; 260. — Le Blanc, Recueil, II. Pl. 46, 47, 48; IV. Pl. 60. — Bulletin d'Encouragement 1834, p. 153; 1842, p. 278. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 22—25; IV. Taf. 8. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen 1841, S. 127. — Berliner Verhandlungen, XII. (1833), S. 161. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 2, S. 759; 1842, Bd. 1, S. 563; Jahrg. 1858, S. 1464; 1860, S. 289; 1862, S. 1479; 1864, S. 498; 1865, S. 783; 1867, S. 219; 1868, S. 844. — Polyt. Journ., Bd. 36, S. 133; Bd. 73, S. 176; Bd. 136, S. 185; Bd. 162, S. 168; Bd. 164, S. 20; Bd. 177, S. 208; Bd. 190, S. 266 — Zeitschrift d. Ing. 1861, S. 301; 1865, S. 293. — Gewerbeblatt für Sachsen 1838, S. 318; 1841, S. 135. — Deutsche Gewerbezeitg. 1845, S. 290; 1855, S. 224. — Industriel, VII. 141. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1848, S. 386; 1849, S. 323. — Atlas III., Taf. 21, 23. — Génie ind., T. 16, P. 1. — Jobard, Bulletin, T. 41, p. 300. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 5, Bl. 2—4; 1873, Heft 1, Bl. 6; 1873, Heft 2, Bl. 4.

[2]) Armengaud, I. 102; III. 177; IX. 51. — Bulletin d'Encouragement, 1843, p. 47.

...nen Bewegung von selbst sich umwendet. Läßt man zwei Werkzeuge auf die angezeigte Weise abwechselnd arbeiten, so pflegt das eine zum Hobeln aus dem Groben (Schroten, dégrossir, décroûter) bestimmt und demgemäß spitzig oder zugerundet zu sein, wogegen das andere zum Glatthobeln (Schlichten, *smoothing*) dient. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Stahl auf dem Arbeitstücke — oder dieses unter jenem — fortschreitet, beträgt bei Gußeisen 50—100 mm in einer Sekunde, bei Bearbeitung von Schmiedeisen 100 bis 150 mm. Wenn beim Rückgange kein Schnitt stattfindet, richtet man es gern so ein, daß diese Bewegung mit größerer Geschwindigkeit erfolgt (schneller Rückgang, retour rapide) als die vorgehende während des Schneidens, und gewinnt hierdurch erheblich an Leistung in gleicher Zeit. Die Querverschiebung des Stahles beträgt meist zwischen 0,5 und 2 mm pro Schnitt. Die Meißelschneiden sind unter einem Winkel von 60 bis 75° zugeschärft; für Gußeisen soll nach den Beobachtungen Jössel's der vortheilhafteste Werth des Zuschärfungswinkels (bei welchem das Spangewicht pro Arbeitseinheit ein Maximum wird) 51° sein, welcher Werth mit Rücksicht auf die erwünschte Haltbarkeit der Schneide doch zu klein ist.

Im Allgemeinen scheint die Konstruktion mit beweglichem Tisch und während des Schnittes feststehendem Stahle den Vorzug zu verdienen, ungeachtet sie zur Folge hat, daß die Maschine zwei Mal so lang sein muß, wie der längste darauf zu hobelnde Gegenstand: sie verhindert besser das Vibriren (Zittern oder Schnarren, brouter) des Stahles, weil diesem eine solide Haltung gegeben werden kann. Hingegen geräth bei Maschinen mit feststehender Tafel der Stahl weit leichter in dieses Vibriren (welches rippige Oberflächen erzeugt), weil der ihn tragende Schlitten nur mit seinem eigenen Gewichte auf die Arbeit drückt, folglich eher ein Nachgeben des Werkzeuges auf Punkten des größeren Widerstandes zuläßt. Doch möchten die Hobelmaschinen der letzterwähnten Art zweckmäßig sein zum Bearbeiten der allergrößten Gegenstände, deren Bewegung sehr viel Kraft in Anspruch nehmen und die Länge der Maschine übermäßig vergrößern würde. Da bei denselben zur Aufnahme des Arbeitstückes im Fundament gewöhnlich eine weite und tiefe Grube vorgesehen ist, so führen diese Maschinen auch den besonderen Namen Gruben-Hobelmaschinen. — Um Zylindersegmente und ähnliche konvexe Krümmungen zu hobeln, wird vermittelst einer besonderen Hülfsvorrichtung auf der Tafel der Maschine das Arbeitstück so eingespannt, daß es um seine Achse gedreht werden kann, welche Bewegung alsdann an die Stelle der Querversetzung des Stahles tritt. Versieht man diese Vorrichtung mit einer Theilscheibe, so ist es leicht, das Stück schrittweise in solche verschiedene Lagen zu bringen, daß Flächen, die unter vorgeschriebenen Winkeln gegen einander geneigt sind, gehobelt werden können: so bearbeitet man dreiseitige, vierseitige, sechsseitige Prismen u. dgl. Zur Bearbeitung jeder einzelnen Fläche muß natürlich der Hobelstahl die schon oben bemerkte schrittweise Platzveränderung in der Breitenrichtung erleiden; die Wendung des Gegenstandes erfolgt in diesem Falle nur, um von einer Fläche zu einer andern überzugehen. — Durch eine Abänderung des Apparates zur Quer- oder Seitenverstellung des Stahles ist zu erreichen, daß letzterer nach und nach einen Kreisbogen mit dem Arbeitstücke zugewendeter Konvexität durchläuft, also eine rinnenartig konkave Fläche gehobelt wird[1]).

An einer der größten Hobelmaschinen mit bewegtem Arbeitstück wurden folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Bettlänge 17,07 m, Tischlänge 11,65 m, Tischbreite 1,61 m, lichte Weite und Höhe zwischen den Ständern 1,92 m, Gewicht des Tisches 3000 kg, des Arbeitstückes (Gußeisen) 4275 kg, der ganzen Maschine 23500 kg, Gewicht des stündlich abgehobelten Gußeisens $G = 23{,}6$ kg bei 4,87 m Schnittlänge, 16 mm Schnitthöhe, 37 mm Schnittbreite, 49 mm Schnittgeschwindigkeit, 149 mm Tischgeschwindigkeit im Rückgang, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}61$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}49$ Pferdestärken.

Allgemein kann man den Verbrauch an Nutzarbeit für 1 kg stündlich abgehobeltes (graues) Gußeisen (spezifischer Arbeitswerth) nach der Formel

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f} \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin f den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern bedeutet, sodaß für

$f =$	0,5	1	5	10	20 □mm
$\varepsilon =$	0,294	0,164	0,050	0,047	0,041 Pferdestärken

sich ergibt. Kennt man daher das Gewicht G des stündlich abgehobelten Gußeisens in Kilo-

[1]) Polyt. Centr. 1862, S. 1479.

grammen und den Arbeitsverbrauch N_0 der Maschine im Leergang, so ist der Arbeitsverbrauch im Arbeitsgang allgemein mittelst der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen.

Der spezifische Arbeitswerth ε ist für andere Materialien im Durchschnitt anzunehmen wie folgt:

	Bronze	Schmiedeisen	Stahl
ε =	0,028	0,114	0,246

Die Hobelmaschinen werden zu bestimmten einzelnen Zwecken und Arbeitsmethoden verschiedentlich abgeändert:

a) Riffelmaschinen (Kannelirmaschinen, machine à canneler, *fluting machine*) [1]), mit welchen auf den eisernen Riffelwalzen der Spinnmaschinen die dreieckigen Längenfurchen ausgehobelt werden. Dies sind kleine Hobelmaschinen mit feststehendem spitzigen Hobelzahn, unter welchem die auf einem Schlitten horizontal gelagerte Walze ihrer Länge nach hinbewegt und nach jedem Schnitte, mit Hülfe einer Theilscheibe, so weit um ihre Achse gedreht wird, daß die nächste Furche in dem richtigen Abstand von der vorausgehenden entsteht.

Die so erzeugten Riffeln haben auf der Außenseite einen Grath, daher es nöthig ist sie nachträglich durch eine besondere Maschine zu poliren [2]).

β) Stoßmaschinen, Stanzmaschinen, Nuthstoßmaschinen, Vertikal-Hobelmaschinen (machine à buriner, machine à mortaiser, mortaiseuse, raboteuse verticale, *key-groove engine*, *grooving machine*, *paring machine*, *shaping machine*, *slotting machine*) [3]), bei welchen der senkrecht stehende Stahl, in ein vertikal geführtes Prisma (Stößel) eingespannt, nur des Auf- und Niedergehens fähig ist und durch seine abwärts gerichtete Bewegung eine vertikale Fläche abhobelt, während das Arbeitstück unter ihm nach jedem Stoße ein wenig fortgeschoben oder um seine (vertikale) Achse gedreht wird, je nachdem eine gerade oder eine zylindrische Fläche zu bearbeiten ist.

Ursprünglich bediente man sich der Stoßmaschinen nur zur Ausarbeitung von Nuthen (namentlich der Keilnuthen in Radnaben-Oeffnungen, welche zum Festkeilen der Räder auf ihren Achsen erfordert werden), und in diesem Falle hat die Schneide des Stahles eine Breite gleich jener der zu erzeugenden Nuth, das Arbeitstück aber wird vor jedem neuen Stoße ein wenig gegen den Stahl herangerückt, bis die nöthige Tiefe erreicht ist. Gegenwärtig kommen diese Maschinen bei zahlreichen Gelegenheiten in Anwendung, wo das Hobeln in vertikaler Richtung bequem und kein langer Zug des Stahles erforderlich ist; so namentlich auch zum Querdurchschneiden sehr dicker Platten, in welchem Falle ein 5 bis 12 mm breiter Meißel vom Rande herein und allmälig bis zum anderen Rande fortschreitend einen Schlitz ausarbeitet. Der Weg des Stahles (welcher gewöhnlich nach dem Zwecke regulirt werden kann) beträgt für verschiedene Fälle mindestens 150 mm, aber selten über 500 mm. Doch sind auch zum Hobeln vertikaler Flächen an hohen Gegenständen, die nicht gut anders als stehend bearbeitet werden können, Maschinen mit großer Schnittlänge (bis 2,5 m) einzeln gebaut worden. — Mit einer kleinen Abänderung der gewöhnlichen

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XVII. (1838), S. 66. — Armengaud, III. 86. — Industriel, V. 139; VII. 138.

[2]) Polyt. Centr. 1865, S. 594.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XXIII., S. 473. — Hütte 1858, Taf. 31; 1864, Taf. 18; 1871, Taf. 10. — Armengaud, I. 74; II. 341; X. 157; XII. 250; XIV. 143. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 1, 2, 3; 36—39; 47, 48. — Bulletin d'Encouragement, XLI. (1842), p. 407; XLIII. (1844), p. 116; XLV. (1846), p. 12. — Le Blanc, Recueil, III. Pl. 19, 20, 21; IV. Pl. 22, 23. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen 1839, S. 157. — Polyt. Journ., Bd. 92, S. 252; Bd. 128, S. 16, 401; Bd. 132, S. 3; Bd. 185, S. 23. — Gewerbeblatt für Sachsen 1841, S. 474. — Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 448; 1848, S. 22. — Berliner Verhandlungen 1848, S. 41; 1858, S. 151. — Jobard, Bulletin, VI. 44; XXX. 10. — Brevets 1844, T. 9, p. 196; T. 36, p. 158. — Polyt. Centr. 1853, S. 1167; 1854, S. 773; 1865, S. 39; 1867, S. 438. — Atlas III., Taf. 24.

ßmaschine ist zu erreichen, daß der Stahl sich in einem Bogen bewegt, um konver rümmte Flächen mit nach dem Laufe der Krümmung gehenden Schnitten zu bearbeiten[1]).

An einer Nuthstoßmaschine der größten Gattung wurde beobachtet: Größter Stößel- 380mm, Ausladung (Horizontalabstand des Stahles von dem nächst liegenden Theile Gestelles) 875mm, größte zulässige Höhe des Arbeitstückes 500mm, Gewicht des ßels 325kg, Gewicht des stündlich abgehobelten Gußeisens $G = 8^{kg}$ bei 240mm mittlänge, 0,74mm Schnittbreite, 7,8mm Schnitthöhe, 139mm mittlerer Schnittgeschwin- keit pro Sekunde (oder 21 Schnitten pro Minute), Arbeitsverbrauch beim Leergang , = 0,58 Pferdestärken, beim Arbeitsgang $N = 0{,}97$ Pferdestärken; Gewicht der chine 8300kg.

Die Bewegung des Stößels wird zumeist mittelst des gewöhnlichen Kurbelgetriebes r auch mittelst einer Modifikation desselben, welche dem Stößel im Rücklauf eine ßere Geschwindigkeit ertheilt, von der Drehung einer horizontalen Welle abgeleitet; da die Hubhöhe des Stahles (um Zeitverlust zu verhüten) nach der jeweiligen Höhe des beitstückes verändert werden muß und aus praktischen Gründen es nothwendig ist, daß mittlere Schnittgeschwindigkeit des Stahles innerhalb enger Grenzen bleibe, so ergibt die Nothwendigkeit, die Kurbelwelle mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen zu en, wozu man entweder mehrläufige Riemenscheiben (Stufenscheiben) allein oder diese Verbindung mit einem Räder-Wechselgetriebe anwendet. So kann bei der oben hnten großen Stoßmaschine die minutliche Zahl der Stößelhübe zwischen den Grenzen und 41,6 acht verschiedene Werthe annehmen.

Für die spezielle Bestimmung, Nuthen oder ähnliche Vertiefungen auszuarbeiten, den Stoßmaschinen zuweilen auch so konstruirt, daß die Arbeit festliegt, dagegen der und niedergehende Meißel auch nach jedem Schnitte horizontal vorrückt[2]); oder daß Meißel horizontal hin und her geht[3]). Eine Vorrichtung der letzteren Art hat man t einer Drehbank in Verbindung gebracht[4]).

γ) Maschinen[5]) zum Hobeln der 4-, 6- oder 8-seitigen Schraubenmuttern auf n Seitenflächen (statt des Fräsens). Zwei horizontal liegende aber auf und der gehende Stähle bearbeiten zwei parallele Flächen der zwischen ihnen auf einem tikalen Zapfen steckenden Mutter gleichzeitig, indem nach jedem (im Niedergehen des ßels stattfindenden) Schnitte die Mutter einen kleinen Schritt weiter an den Stählen bei macht.

δ) Kanonenhobelmaschine zum Abhobeln des zwischen den Schild- pfen und Henkeln liegenden Theiles der Kanonen, welcher nicht abgedreht werden n[6]).

ε) Hobelmaschine zum Abschrägen (Abreifen, S. 228) der Ränder an dicken chtafeln (Blechkantenhobelmaschinen)[7]).

ζ) Tragbare Hobelmaschine, um die Dampfschieberflächen der Lokomotiv- inder an der Lokomotive selbst abzurichten[8]).

b) **Feilmaschine (machine à limer, limeuse,** ***shaping machine, shaving machine,*** ***ng machine*****)**[9]). Hier ist (mit wenigen Ausnahmen) der Stahl in der Richtung Schnittes (und zwar allein in dieser) beweglich; das Arbeitstück wird unter ihm

---

[1]) Polyt. Centr. 1865, S. 39.

[2]) Hütte 1862, Taf. 21, a, b.

[3]) Armengaud, III. 297, 301. — Bulletin d'Encouragement, XLI. (1842), p. 320. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 5. — Jobard, Bulletin, IV. 273, 277.

[4]) Brevets 1844, T. 38, p. 154.

[5]) Armengaud, I. 129; XIX. 141.

[6]) Wiebe, Skizzenb., Heft 15, Taf. 2.

[7]) Génie ind., T. 25, p. 58. — Polyt. Centr. 1863, S. 584.

[8]) Polyt. Centr. 1858, S. 995.

[9]) Hütte 1856, Taf. 4 d; 1857, Taf. 2 a, b; 1859, Taf. 3; 1867, Taf. 11. — Berliner Verhandlungen 1858, S. 147. — Polyt. Centr. 1860, S. 1095. — Technolog. Encyklopädie, VII. 535; XXIII. 462. — Bulletin d'Encouragement 1832, p. 3; 1846, p. 270. — Polyt. Journ., Bd. 50, S. 408. — Armengaud, IV. 90; X. 152; XI. 255; XVI. 268; XVII. 215. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 14, 15. — Jobard, Bulletin, T. 10, p. 5; T. 38, p. 85. — Atlas III., Taf. 20, 22.

in gerader Linie — rechtwinklig gegen die Schnittrichtung — durchgeführt, wenn das Abfeilen einer ebenen Fläche gilt, oder langsam um seine Achse gedreht, wen man eine Kreisbogenkrümmung (z. B. die äußere oder innere Seite eines Radkranze abfeilt; im letzteren Falle wird die Maschine wohl auch als Rundhobelmaschi bezeichnet. Wenn man Drehung und Schiebung des Arbeitstückes angemessen komb nirt oder mit einander abwechseln läßt, so können sehr verschiedenartige Oberfläch ausgearbeitet werden. Lange flache Stücke werden stets durch Querstriche geei weil der Ausschlag (der Weg im Vor- und Zurückgehen) des Stahles meist nur bis 200^{mm}, höchstens aber 500^{mm} beträgt.

Indem man die Maschine mit 3 oder 4 Riemenscheiben von verschiedener Grö versieht, kann die Zahl der Schnitte pro Minute bedeutend verändert werden, wie nach dem Material und der Breite des Arbeitstückes, sowie nach der Stärke des g nommenen Spanes angemessen erscheint.

An einer Feilmaschine der größten Art wurden folgende Messungen und Beobac tungen ausgeführt: Größte zulässige Länge des Arbeitstückes 2,27^{m}, größte Breite de selben 570^{mm}, Gewicht des Stößels 350^{kg}, Gewicht der ganzen Maschine 7000^{k} minutliche Spielzahl des Stößels 4,33 bis 32,9 (5 Werthe), stündlich abgehobeltes Schmie eisen 8$_{kg}$ bei 99^{mm} Schnittlänge, 1,17^{mm} Schnittbreite, 7^{mm} Schnitthöhe, 89^{mm} mit lerer Schnittgeschwindigkeit (11,7 Schnitten pro Minute), Arbeitsverbrauch im Leergan N_0 = 0,26 Pferdestärken, im Arbeitsgang N = 1,16 Pferdestärken.

Ueberhaupt kann man, unter der Voraussetzung, daß ein mittelstarker Span (vo 0,25 bis 1,25^{mm} Dicke) geschnitten wird, folgende mittlere Schnittgeschwindigkeiten pr Sekunde als zweckmäßig annehmen: auf Messing und Bronze 300 bis 450^{mm}, Schmiedeise 150 bis 220, grauem Gußeisen 120 bis 200, Stahl 100 bis 120, weißem Gußeise (Hartguß) 25 bis 37^{mm}.

Sehr bequem ist es, zur Befestigung des Gegenstandes vor der Feilmaschi einen Schraubstock anzubringen, der die Querbewegung (rechtwinklig zur Bahn de Werkzeuges) vermittelst einer Führungsschraube empfängt, durch eine andere Schraub aber dem Bereiche des Stahles entzogen werden kann, wenn man das Arbeitstü herausnehmen oder in einer andern Lage einspannen will (limeur, étau limeur) [1].

Eine modifizirte Feilmaschine ist zur Ausarbeitung der Zähne an den Winde getrieben (für Wagenwinden) zur Anwendung gebracht worden [2]; eine andere (mi drehbarer Aufspannvorrichtung) zur Bearbeitung der Seitenflächen sechsseitiger Schrauben muttern [3]. — Die Feilmaschine mit einer wirklichen Feile statt des Stahles arbeiten z lassen [4]) ist eine Rückkehr zum Unvollkommenen.

X. Bohrer und Bohrmaschinen [5].

Die Bohrer (foret, *drill*, *borer*) sind das gewöhnlichste Mittel, kreisrund Löcher in dicken Metallarbeiten hervorzubringen. Anders gestaltete Löcher und in

---

[1]) Hütte 1858, Taf. 5 a, b. — Armengaud, V. 416. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 15. — Le Blanc, Recueil, V. Planche 42. — Brevets 1844, T. IX., p. 202. — Jobard, Bulletin, XVII. 65, XXIV. 83. — Génie ind., T. 5, p. 239; T. 18, p. 21. — Polyt. Centr. 1853, S. 197; 1859, S. 157. — Polyt. Journ., Bd. 127, S. 415; Bd. 155, S. 7. — Atlas III., Taf. 1.

[2]) Armengaud, XII. 35. — Schweiz. Z. 1857, S. 42. — Atlas III., Taf. 34. — Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins 1856, S. 398. — Polyt. Centr. 1857, S. 292.

[3]) Hütte 1867, Taf. 4.

[4]) Polyt. Centr. 1860, S. 507. — Deutsche Gewerbeztg. 1860, S. 285. — Jobard, Bulletin, T. 38, p. 80.

[5]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II. und XXI. Artikel: Bohrer, Bohrmaschinen. — J. A. Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, Bd. II. (Leipzig 1844). Artikel: Bohrer, S. 331; Bohrmaschinen, S. 409; Bohrwerke, S. 450. — Holtzapffel, II. 546, 553, 563; 1003—1010. — Bulletin d'Encouragement 1864, p. 595. — Jobard, Bulletin, T. 47, p. 65. — Polyt. Centr. 1865, S. 353.

dünnem Bleche selbst solche welche kreisrund sind, werden durchgeschlagen oder mittelst des Durchschnittes gebildet, sehr große Oeffnungen aber, sowie kleine von unregelmäßiger Gestalt, müssen oft mit Meißeln ausgehauen, mit Laubsägen ausgeschnitten werden u. s. w. Die Eigenthümlichkeit der Bohrer, wodurch sie sich von allen übrigen Werkzeugen zum Durchlöchern der Metalle unterscheiden, beruht darin, daß sie durch drehende Bewegung wirken und daß sie das zur Ausbildung des Loches wegzunehmende Metall nicht als Ganzes, sondern in Gestalt von kleinen Theilen (Spänen, Bohrspänen, copeaux, *borings*) abtrennen. Das schneidige Werkzeug selbst (die Bohrspitze, mèche, *bit*, *boring bit*) besteht aus Stahl, welcher gehärtet und gelb angelassen ist; an den kleineren Bohrern (bis zu etwa 8mm Durchmesser) bilden zwei Schneiden, welche unter einem Winkel von 80 bis 120 Graden zusammenlaufen, eine in der Achsenlinie des Werkzeuges liegende Spitze (mèche à langue d'aspic). Auf Eisen gebraucht man auch Bohrspitzen mit gerundeter, d. h. bogenförmiger Schneide (mèche à langue de carpe).

Um das äußerste Ende des Bohrers richtig in der Stelle ansetzen zu können, an welcher der Mittelpunkt des Loches hinfallen soll, bezeichnet man jene Stelle durch eine kleine Vertiefung, welche man mittelst einer kegelförmigen stählernen Spitze (Körner, amorçoir, pointeau, *center punch*) einschlägt; diese Arbeit heißt das Ankörnen (amorcer). Beim Bohren (forcer, percer, *drilling*, *boring*) wird an den Bohrer von Zeit zu Zeit etwas Flüssigkeit gegeben, theils um die entstehende Erhitzung zu mindern und das durch diese eintretende Weich- und Stumpfwerden der Bohrspitze zu vermeiden, theils um das Anhängen der Späne an die Schneiden zu verhindern; man gebraucht hierzu auf Schmiedeisen und Stahl meist Wasser oder schwache Seifenauflösung, besser aber Baum- oder Rüböl; auf Messing &c. nur Oel; auf Kupfer, Gold und Silber auch statt des Oeles: Milch. Federharten Stahl, Hartguß &c. kann man unter Anwendung von Petroleum, Photogen, Solaröl oder rektifizirtem Terpentinöl bohren, und die Bohrer werden hierzu zweckmäßig in Quecksilber gehärtet und nicht angelassen. Weiches Gußeisen und die aus Kupfer mit Zinn zusammengesetzte Bronze, welche krümliche oder leicht zerbröckelnde, sich nicht anhängende Späne geben, werden trocken gebohrt. — In Blei bohrt man (ohne Schmiere oder mit Wasser) mit den für Holz üblichen Bohrern, da die Metallbohrer darin stecken bleiben.

Bohrer zu kleinen Löchern werden in abwechselnde Drehung versetzt, sodaß sie einige Umdrehungen rechts und dann wieder einige Umdrehungen links machen; ihre Schneiden sind demgemäß von beiden Seiten zugeschärft, damit sie in beiden Richtungen angreifen (zweischneidige Bohrer, *double-cutting drill*, *double chamfered drill*), und ihre Zuschärfungs-Facetten treffen in den Schneidkanten unter einem Winkel von 45 bis 60° zusammen. Man läßt sie mit verhältnißmäßig geringem Drucke gegen die Arbeit wirken, verleiht ihnen aber eine schnelle Bewegung, sodaß sie feine aber zahlreiche Späne bilden. Große Bohrer werden ununterbrochen nach einerlei Richtung gedreht (einschneidige Bohrer, *single-cutting drill*, *single chamfered drill*), sind daher an den Schneiden nur einseitig zugeschärft, mit Kantenwinkeln von 50 bis 80°; sie drehen sich langsamer, aber unter stärkerem Drucke gegen die Arbeit, wodurch weniger aber dickere Späne entstehen. Die vortheilhafteste Größe des Winkels, welchen die beiden Schneiden des gewöhnlichen Spitzbohrers bilden, ist nach Joeisels Versuchen [1]) 110°. Nicht selten machen diese Schneiden einen sehr großen Winkel mit einander (150 bis 160°); oder sie stehen parallel zu einander in entgegengesetzter Richtung von der Bohrerachse ausgehend und völlig rechtwinklig gegen dieselbe: in diesem Falle ist aber im Mittelpunkte eine dicke kurze Spitze (mouche, tétine) angebracht; dies sind die sogenannten Zentrumbohrer (mèche à mouche, mèche à tétine, mèche à pointe de diamant, *center bit*), welche für Löcher über 8 oder 10mm Durchmesser allgemeine Anwendung finden und mit geringerem Arbeitsverbrauch arbeiten, als Bohrer mit schräg angelegten Schneiden. Jeder Zuschärfungs-Facette gegenüber (auf der anderen Fläche der Bohrspitze) wird öfters eine rinnenförmige Aushöhlung angebracht, um die Schneiden dünner und schärfer auszubilden.

---

[1]) Ztschr. d. Ing. 1866, S. 206.

Auch noch andere Modifikationen der einschneidigen Bohrer kommen vor[1]), unter welchen die sogenannten Spiralbohrer (foret en spirale, *twisted drill*) besonders empfehlenswerth sind: diese haben zwei einseitig zugeschärfte Schneiden am Ende eines Zylinders, in welchem zwei schraubengangförmig verlaufende tiefe Furchen für den Austritt der Späne eingefräst sind.

Kleine Arbeitstücke werden beim Bohren meist allmälig dem Bohrer genähert, der sich dreht, ohne seinen Ort zu verändern. Große Gegenstände sind entweder ganz unbeweglich, oder sie drehen sich; im ersten Falle ist dem Bohrer die Drehung und die geradlinige Bewegung gegen das Arbeitstück, im zweiten Falle nur die letztgenannte eigen.

Zum richtigen Anschleifen der Bohrer (und anderer Schneidwerkzeuge), wenn deren Zuschärfungen genau bestimmte Winkel bilden sollen, gibt es besondere empfehlenswerthe Hülfsapparate[2]). Das richtige Anschleifen der Spiralbohrer wird durch eine die Lage der Spitze anzeigende eingerissene Linie (die Scholfield'sche Linie) wesentlich erleichtert.

Die Größe der Wirkung eines Bohrers wird bemessen durch die Metallmasse, welche er in gegebener Zeit in Späne verwandelt wegschafft, für gleichen Durchmesser des Loches also durch die Tiefe, auf welche er während jener Zeit eindringt. Offenbar ist diese Tiefe das Produkt aus der Zahl von Umdrehungen und dem geradlinigen Fortschreiten (der Zuschiebung) während einer Umdrehung, welches wieder von dem angewendeten Drucke abhängt. Theoretisch erscheint es daher als einerlei, ob man den Bohrer langsam dreht und stark drückt, oder umgekehrt eine rasche Drehbewegung unter verhältnißmäßig geringerem Drucke stattfinden läßt. Praktisch aber stellt die Sache sich anders; denn die Erfahrung lehrt, daß ein langsam gedrehter aber einen dicken Span nehmender Bohrer sich weniger schnell abstumpft als ein schnell umlaufender, welcher unter entsprechend geringem Drucke feine Späne macht. Sehr schnelle Drehung wird demnach nur aus Noth beim Bohren kleiner Löcher angewendet, weil die dazu nöthigen dünnen Bohrer — damit sie nicht gebogen oder abgebrochen werden — nur unter geringem Drucke arbeiten können, wobei ihr Effekt äußerst unbedeutend sein würde, wenn ihnen eine langsame Drehbewegung gegeben würde. Nun mangelt es aber an Vorrichtungen, um direkt durch Menschenhand (ohne Räderwerk u. dgl.) eine schnelle kontinuirliche Drehbewegung zu erzeugen; hingegen gibt es einfache Mechanismen zur Hervorbringung rascher abwechselnder (wiederkehrender) Drehung auf diesem Wege: so ist man zur Anwendung der zweischneidigen Bohrer geführt worden, welche man aus den vorstehenden Gründen nur zum Bohren kleiner Löcher (bis 5mm Durchmesser höchstens) gebraucht, zumal sie wegen der ungünstigen Stellung ihrer Schneiden zum Lochumfange mehr schaben als schneiden, überhaupt schlechter wirken als die einschneidigen. Dieses letzteren Umstandes halber gebraucht man nicht selten in den (ursprünglich für zweischneidige Bohrer bestimmten) Bohrvorrichtungen mit wiederkehrender Drehung auch einschneidige Bohrspitzen und erlangt damit zwar eine bessere Wirkung in den entsprechenden Umdrehungen, opfert dagegen die Wirkung in den entgegengesetzten Umdrehungen gänzlich auf, sodaß im Ganzen ein bedeutender Gewinn dadurch wohl nicht stattfindet.

A. Bohrgeräthe für zweischneidige Bohrer (mit wiederkehrender Drehung).

a) Rollenbohrer (foret à l'archet, *drill with ferrule*). Die Bohrer zu den kleinsten Löchern sind immer von dieser Art; die feinsten von allen sind die Zapfenbohrer (*pivot-drill*) der Uhrmacher. Die Spindel des Bohrers ist bei den kleinen Exemplaren ein Stück mit der Bohrspitze, bei den größeren dagegen so eingerichtet (Bohrrolle, boîte à foret, *drill-box*, *drill-stock*), daß verschiedene Bohrspitzen in dieselbe eingesteckt werden können; sie läuft jedenfalls an dem der Bohrspitze entgegengesetzten Ende zu einer Spitze von kegelförmiger Gestalt aus und trägt eine Rolle (*ferrule*) von Messing, Holz oder Horn. Zur Bewegung dient der Drehbogen,

[1]) Mittheilungen, Lief. 15 (1838), S. 33. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 415. — Polyt. Centr. 1838, Bd. II., S. 886; 1849, S. 1219. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 270.

[2]) Mittheilungen 1863, S. 183. — Schweiz. Z. 1863, S. 113. — Deutsche Gewerbezeitung 1863, S. 312. — Polyt. Centr. 1863, S. 1204.

rillbogen, Bohrbogen, Fiedelbogen (archet, *drill-bow*), der aus einem abe von Fischbein oder spanischem Rohr oder einer elastischen stählernen Klinge nd einem Pferdehaar, einer Darmsaite, einer Hanfschnur oder einem schmalen derriemen besteht, zuweilen mit einer Vorrichtung zum Anspannen der Saite ver- en ist[1]). Wenn die Saite, der Riemen &c. ein Mal um die Rolle geschlungen ist, ird letztere durch Hin- und Herziehen des Bogens in abwechselnde Umdrehung gesetzt.

Die Rollenbohrer werden auf viererlei Weise gebraucht:

aa) Man setzt die kegelförmige Spitze der Bohrspindel in eine kleine Vertiefung an r Seite des Schraubstockes, sodaß die Spindel sich in horizontaler Lage befindet, und ückt die Arbeit mit der Hand gegen die Bohrspitze. — Eine unwesentliche Abänderung avon ist der Gebrauch eines Bohrstöckchens oder Bohreransetzers (appui à per- er), welcher auf der Werkbank aufrecht steht und statt des Schraubstockes als Stütze für n Bohrer dient.

bb) Das Arbeitstück wird im Schraubstocke befestigt, der Bohrer horizontal dagegen ge- tzt und der Druck auf das kegelförmige Ende durch ein Bohrbret, Brustbret (pa- tte, conscience, *breast-plate*) oder ein viereckiges Eisenblech mit im Mittelpunkte ein- setztem Messingklötzchen hervorgebracht, welches der Arbeiter vor der Brust hat. Diese ethode eignet sich für solche Arbeiten, welche zu groß sind, um in der Hand gehalten u werden. Das Bohrbret wird an einem Griffe mit der Hand gehalten, oder mittelst es um den Leib geschnallten Riemens vor der Brust befestigt, oder an einem um den als gehenden Riemen nur vorgehängt. Ist es durchaus nothwendig, den Bohrer in einer ndern als der horizontalen Richtung zu gebrauchen, so ersetzt man das Bohrbret durch n kleineres Holzstück, welches bequem in der Hand gehalten oder unter das Kinn gelegt erden kann. Für solche Fälle und auch beim Bohren vor der Brust dient sehr gut eine ohrrolle, mit welcher ein kleines Bohrbret bleibend verbunden ist[2]), wodurch der Apparat on sehr dem folgenden cc) sich annähert.

cc) Die Bohrspindel ist, ihrer Drehbarkeit unbeschadet, in einem hölzernen Griffe gebracht, dessen Knopf in die hohle Hand genommen oder auch an die Brust gestützt ird (*drill-stock, handle drill-stock*). Solche Bohrer können in jeder beliebigen Rich- ung auf die Arbeit gesetzt werden[3]).

dd) Die Bohrspindel liegt horizontal in Lagern eines kleinen Gestelles, welches im Schraubstocke eingespannt oder auf der Werkbank angeschraubt wird. Diese Vorrichtung touret, touret à percer, porte-foret, *drill-tool, drilling lathe*) hat einige Aehnlich- eit mit der zum Bohren benutzten Drehbank.

Zum Bohren der allerfeinsten Löcher kann man den Rollenbohrer (welcher übrigens ach aa) oder dd) gebraucht werden mag) mit einem über die Bohrspitze aufgeschobenen essingröhrchen versehen, welches dieselbe vor Biegen oder Brechen schützt und sich von elbst in dem Maße zurückschiebt, wie der Bohrer in das Metall eindringt[4]).

b) **Bohrer mit Bewegung durch eine Schraube mit steilem Gewinde.** Hierher gehört zunächst der sogenannte Druckbohrer (porte-foret à ressort)[5]). Im Innern eines langen und schlanken hölzernen Griffes befindet sich die Mutter für eine Schraube mit sehr steil liegenden Gängen und doppeltem Gewinde. Diese Schraube trägt am äußeren Ende die Bohrspitze; auf das innere Ende preßt eine im Gehäuse verborgene Feder. Drückt man, nach dem Aufsetzen der Bohrspitze auf die Arbeit, den Griff nieder, so schraubt sich die Spindel in ihrer Mutter zurück; läßt man schnell nach, so schraubt sie sich vermöge des Druckes der Feder wieder aus dem Griffe her- aus: so entsteht die abwechselnde Drehung. Man kann diesen Bohrer in jeder Rich- tung und — da kein äußerlicher Bewegungs-Mechanismus im Wege ist — auch an solchen Stellen einer Arbeit gebrauchen, wo zur Bewegung eines Rollenbohrers nicht

---

[1]) Karmarsch, Mechanik, S. 240.
[2]) Mittheilungen, Lief. 29 (1842), S. 134. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 77.
[3]) Werkzeugsammlung, S. 71.
[4]) Mittheilungen, Lief. 38 (1845), S. 245. — Polyt. Journ., Bd. 98, S. 97. — Polyt. Centr., Bd. 6 (1845), S. 485.
[5]) Werkzeugsammlung, S. 102. — Karmarsch, Mechanik, S. 128.

Raum genug ist. — Später wurde der Mechanismus dahin abgeändert[1]), daß die Schraube (mit zwölffachem Gewinde durch Winden einer Stange Triebstahl hergestellt, oder von ähnlicher Beschaffenheit) ganz bloß liegt, nur mit einem Knopfe zum Anfassen versehen ist, in welchem sie sich um die Achse drehen kann, die Mutter aber mittelst eines an ihr befindlichen Handgriffes auf ihr gerade hin und hergeschoben wird (porte-foret à vis d'Archimède, *screw drill*, *spiral drill*, *Archimedian drill*). In dieser verbesserten Gestalt verdient das Instrument sehr empfohlen zu werden. Man hat ihm, unter Beibehaltung dieser Grundeinrichtung, ein die Drehbewegung unterstützendes Schwunggewicht nebst einer der Rennspindel (s. unten) verwandten Konstruktion gegeben (*vibrating drill*)[2]), ja selbst ein förmliches Schwungrad und in diesem eine Vorrichtung angebracht, vermöge welcher eine kontinuirliche Drehung erzeugt, somit die Anwendung einschneidiger Bohrer mit der denselben eigenen vortheilhafteren Wirkung ermöglicht wird[3]); in dieser letzteren Gestalt gehört das Instrument (unter dem Namen *centrifugal drill*) zur folgenden Klasse B.

c) Rennspindel (drille, trépan, *upright drill*, *pump drill*). Die eiserne Bohrspindel (meist in senkrechter Stellung gebraucht) enthält am oberen Ende ein Oehr, durch welches ein schmaler Riemen gezogen ist; letzterer wird mit seinen Enden an den Enden eines horizontalen hölzernen Stabes befestigt, der mit einem Loche in seiner Mitte längs der Spindel auf und nieder geschoben und auch um die Spindel gedreht werden kann. Nahe an ihrem unteren Ende, in welchem die Bohrspitze steckt, ist die Spindel mit einer schweren metallenen Schwungscheibe versehen. Man setzt den Bohrer auf die Arbeit, dreht das Querholz einige Mal herum, wodurch der Riemen sich um die Spindel aufwickelt, und zieht dann das Holz, während man dessen Drehung verhindert, mit einer Hand oder mit beiden Händen rasch und kräftig nieder. Durch die hierbei stattfindende Abwickelung des Riemens ist die Spindel genöthigt, einige Umdrehungen zu machen. Weil man aber im Augenblicke, wo der Riemen völlig abgewickelt ist, denselben nicht anspannt, so dreht sich vermittelst der Schwungscheibe die Spindel noch fort und wickelt den Riemen umgekehrt auf, wobei das Querholz wieder in die Höhe steigt. Abermals herabgezogen, bewirkt dieses Holz vermöge des Riemens nun einige Umdrehungen des Bohrers nach entgegengesetzter Richtung, worauf der Erfolg von Neuem die Aufwickelung des Riemens ist.

So bewirkt von zwei schnell auf einander folgenden Zügen immer ein jeder die Umdrehung nach einer andern Richtung. Da die Spindel am oberen Ende keine Stütze hat, so schwankt sie leicht und bewirkt dadurch, daß das gebohrte Loch nicht vollkommen rund ausfällt. Daher ist die Rennspindel nicht sehr allgemein im Gebrauch und taugt am wenigsten zu feiner und genauer Arbeit. Dem Schwanken kann man übrigens begegnen, indem man der Spindel oberhalb des Oehres eine Verlängerung gibt und diese in einer Führung gehen läßt[4]); die Tragbarkeit des Geräthes wird freilich dadurch vermindert.

Als der Rennspindel einigermaßen nahestehend ist ein Bohrapparat zu erwähnen, dessen Spindel durch die wechselweise Auf- und Abwickelung zweier getrennter Schnuren umgetrieben wird[5]).

B. Bohrgeräthe für einschneidige Bohrer (mit Drehung kontinuirlich in einem Sinne).

Außer dem bereits erwähnten *Centrifugal drill*, dann einer andern Modifikation[6]) des Druckbohrers, wobei nicht die Spindel sondern die Mutter die rückkehrende Drehung

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 52 (1847), S. 387; Lief. 64—65 (1852), S. 43, 105, 106; Jahrg. 1854, S. 18, 139. — Brevets 1844, T. 12, p. 258; T. 31, p. 27. — Génie ind., I. 62. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1851, S. 122. — Polyt. Centr. 1851, S. 619; 1854, S. 851, 1115.

[2]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 47.

[3]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 48.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 26, S. 104.

[5]) Polyt. Centr. 1860, S. 672.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 176, S. 273.

macht, und einer durch ihre Künstlichkeit wenig praktischen Abänderung der Bohrrolle mit Bohrbogen[1]) gehören hierher folgende:

d) Bohrer mit verzahnten Rädern (*bevil wheel drill, drill brace*)[2]). Die Bohrspindel steckt drehbar in einem Griffe, den man an einem Knopfe mit der Hand hält, oder gegen die Brust stützt. Ein Kegelrad befindet sich an der Spindel, ein anderes, welches mittelst einer Kurbel umgedreht wird und in jenes eingreift, an dem Griffe oder der Fassung des Werkzeuges. Löcher von 3 bis gegen 10 mm Durchmesser können hiermit sehr bequem hervorgebracht werden.

Wegen der vortheilhaften Anwendung dieses Instrumentes zum Bohren in Ecken oder an anderen Stellen, wo für die Bewegung eines Bohrbogens oder der Brustleier kein Raum ist, nennt man dasselbe Eckenbohrer, Winkelbohrer (*angle brace, corner drill*). — Statt der zwei Zahnräder hat man auch eine Schraube ohne Ende angewendet[3]) und zugleich eine sehr sinnreiche Vorrichtung angebracht, um, wenn das Instrument der Bohrspitze gegenüber an einen festen Punkt gestützt wird, das allmälige Eindringen des Bohrers durch eine selbstthätige Druckschraube zu bewirken[4]).

e) Brustleier (vilebrequin, virebrequin, *brace, hand-brace*)[5]). Dieses Bohrwerkzeug besteht ganz aus Eisen und hat im Wesentlichen die Gestalt eines C, bei welchem man sich an einem Ende die Bohrspitze, am andern einen drehbaren Knopf so angebracht denken muß, daß die Achsen beider in eine und dieselbe gerade Linie fallen. Der Knopf wird gegen die Brust gesetzt, und die Bohrspitze befindet sich demnach in horizontaler Lage, während man mit der Hand die mittlere Kröpfung des Werkzeuges erfaßt und im Kreise herumbewegt.

Die Drehung ist mäßig schnell (30 bis 40 Umgänge in einer Minute); der kraftvolle Druck, welcher mit der Brust ausgeübt wird, muß in der Wirkung das ersetzen, was die Langsamkeit der Bewegung mangeln läßt. So eignet sich, nach dem früher Gesagten, die Brustleier nur für Löcher von etwas bedeutender Größe, und ist, neben den Rollenbohrern, eines der allergewöhnlichsten Bohr-Instrumente. Man umgibt den Theil der Brustleier, an welchem die Hand anfaßt, mit einem lose aufgesteckten Rohre von Holz oder Eisenblech (nille), um eine Verletzung der Hand durch die Reibung zu verhindern.

f) Kurbel, Bohrkurbel. Für solche Fälle, wo, zum Bohren großer Löcher, der mit der Brust anzuwendende Druck nicht ausreicht, oder wo solche Löcher in senkrechter Richtung gebohrt werden müssen, setzt man ein der Brustleier im Wesentlichen gleiches, nur stärker gebautes Werkzeug (die Kurbel, fût, *brace, crank brace*) aufrecht unter eine sogenannte Bohrmaschine (Bohrgestell, machine à percer, potence)[6]), und dreht es langsam und kräftig, nöthigenfalls mit beiden Händen. Das Bohrgestell ist ein Gerüst von eisernen Stäben, welches über der Werkbank und dem Schraubstocke an der Wand des Arbeitzimmers angebracht wird, und eine senkrechte Schraube enthält. Das untere Ende dieser letzteren ist mit einer kegelförmigen Spitze versehen, welche in eine trichterartige Vertiefung am oberen Ende der Kurbel paßt. Eine Linie, welche man sich von der Spitze hinab nach dem Mittelpunkte des Bohrers gezogen denkt, muß genau senkrecht sein, bildet die Drehungsachse der Kurbel und bestimmt die Richtung des zu bohrenden Loches. Damit man, wie hierzu nöthig ist, die Spitze der Schraube genau über die für den Mittelpunkt des Loches vorgeschriebene Stelle bringen kann, läßt sich die Bohrmaschine in mehrfacher Richtung bewegen: man

---

1) Mittheilungen 1860, S. 309. — Polyt. Centr. 1861, S. 435. — Schweiz. Z. 1861, S. 35.

2) Werkzeugsammlung, S. 78. — Karmarsch, Mechanik, S. 174. — Art du Serrurier, par Hoyau, p. 10. — Mittheilungen, Lief. 15 (1838), S. 67. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 417. — Polyt. Centr., Jahrg. 1838, Bd. 2, S. 887. — Schweiz. Ztschr., 1869, S. 124.

3) Brevets 1844, T. 12, p. 258. — Génie ind., I. 62.

4) Notizblatt des hannoverschen Gewerbevereins 1845, Blatt 6.

5) Polyt. Centr. 1860, S. 1036. — Jobard, Bulletin, T. 39, p. 9.

6) Art du Serrurier, par Hoyau, p. 5. — Polyt. Journ., Bd. 32, S. 246.

prüft die Stellung mittelst eines Senkbleies, oder läßt einen an die Schraube gegebenen Oeltropfen von der Spitze derselben hinabfallen und sieht zu, ob derselbe richtig den angedeuteten Punkt auf der (im Schraubstocke befestigten) Arbeit trifft. Ist alsdann die Kurbel aufgesetzt, so schraubt man in dem Maße wie der Bohrer in das Metall eindringt, die Schraube allmälig nieder, um stets den nöthigen Druck zu unterhalten. Eine Abweichung des Loches von der ihm vorgeschriebenen Richtung kann hierbei nicht stattfinden, da jedes Schwanken der Kurbel durch die Schraube verhindert wird; hierin liegt ein Vorzug der Kurbel vor der Brustleier. Man hat außer der eben beschriebenen Wandbohrmaschine auch Säulenbohrmaschinen, welche, an einer mitten auf dem Arbeitstische frei stehenden eisernen Säule angebracht, eine Versetzung des Bohrers ganz im Kreise herum gestattet; ferner kleinere tragbare Bohrmaschinen, welche auf gleiche Weise gebraucht, aber am Schraubstocke [1]), gewöhnlicher an dem Arbeitstücke selbst befestigt werden, und oft auch das Bohren in den mannigfaltigsten Richtungen (nicht bloß vertikal wie die feststehenden Vorrichtungen dieser Art) gestatten [2]).

Besonderen Werth haben die tragbaren Bohrmaschinen für die Anwendung in Fällen, wo das Arbeitstück der Art ist, daß es nicht transportirt oder wenigstens nicht im Schraubstocke eingespannt werden kann. Für manche dergleichen große Gegenstände ist das Bohren unter dem Druckbaume ein angemessenes Verfahren. Letzterer Name bezeichnet eine hölzerne etwa 2,5^{m} lange und 100^{mm} dicke Stange, welche an einem Ende einen eisernen Ring und von da um den dritten Theil der Länge entfernt eine stählerne dicke Spitze besitzt. Der Ring wird an einem Haken an der Wand der Werkstätte so eingehangen, daß der Druckbaum um diesen Drehungspunkt auf und nieder spielen kann. Unter die Spitze setzt man die Bohrkurbel ein. An dem zweiten Ende des Baumes wird ein Gewicht angehängt, oder es übt hier ein Arbeiter mit den Händen den erforderlichen Druck abwärts aus. Bequemer ist es, den Druckbaum horizontal an beiden Enden zu befestigen, in der Mitte desselben eine Schraube mit Spitze anzubringen und diese — nachdem die Kurbel und das Arbeitstück darunter gesetzt sind — so scharf anzuziehen, daß der Druckbaum sich ein wenig nach oben biegt. In diesem gekrümmten Zustande übt er durch seine Elastizität eine Zeit lang ununterbrochen den zum Bohren nöthigen Druck aus, ohne daß man nachzuschrauben braucht. Schon die Kurbel selbst hat so viel Federkraft, daß sie sich bei scharfem Anziehen der Druckschraube ein wenig zusammenbiegt und durch ihr davon herrührendes Ausdehnungsbestreben den Druck für einige Zeit unterhält, sodaß man auch beim Bohren unter den oben erwähnten (feststehenden oder tragbaren) Bohrmaschinen nur periodisch die Schraube nachzudrehen nöthig hat. — Zuweilen stellt man wohl die Kurbel unter ein unbewegliches Gerüst, in welchem ein Gewicht (ohne Schraube) stetig den erforderlichen Druck auf dieselbe ausübt [3]).

g) Bohrer mit Hebel (*lever brace, lever drill*). Wenn man die zur Wirksamkeit der Kurbel erforderliche Druckschraube nicht getrennt von derselben, sondern in der Kurbel selbst anbringt, nämlich gegenüber der Bohrspitze und in deren verlängerter Achsenlinie eingeschraubt, am äußeren Ende mit der zum Ansetzen dienenden konischen Zuspitzung versehen, so wird dieses Bohrgeräth für manche Fälle brauchbar, wo der Platz zur Anlegung einer tragbaren Bohrmaschine fehlt, z. B. um in einem engen Raume zu bohren, welcher gegenüber von der Bohrstelle durch eine Wand oder irgend ein anderes Hinderniß begrenzt ist. Hat der Raum von der Bohrstelle bis an jenes Hinderniß nur wenigstens so viel Breite, daß eine kleine Kurbel eingebracht werden kann, so wird letztere mit der Spitze ihrer Druckschraube an das Hinderniß gestützt, während der Bohrer auf der ihm bezeichneten Stelle eingesetzt ist: die Umdrehung der Kurbel findet dann auf gewöhnliche Weise Statt; das Nachdrücken aber geschieht dadurch, daß man die Schraube successive aus der Kurbel herausschraubt

[1]) Brevets 1844, T. 43, p. 291. — Polyt. Journ., Bd. 204, S. 435.
[2]) Mittheilungen, Lief. 11 (1836), S. 252. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 185; Bd. 91, S. 174. — Gewerbe-Blatt für das Königreich Hannover, Jahrg. 1843, S. 130. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 2 (1843), S. 485. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 28, (1848), S. 241. — Ztschr. d. Ing. 1871, S. 402.
[3]) Polyt. Centr. 1858, S. 1399.

und somit das ganze Instrument verlängert (den Abstand zwischen Bohrspitze und Schraubenspitze vergrößert) in dem Maße, wie der Bohrer eindringt. Da oft selbst der Raum fehlt, um die Kreisbewegung der Kurbel zu vollbringen, so sind für dergleichen Fälle von weit weniger eingeschränkter Anwendung diejenigen Bohrinstrumente, welche bloß aus einer geraden Bohrspindel bestehen und durch einen rechtwinklig angebrachten Hebel umgedreht werden. Die Spindel enthält als Verlängerungen: an einem Ende die Bohrspitze, am anderen Ende die Druckschraube, welche nach Bedarf allmälig weiter herausgeschraubt wird. Der Hebel, durch welchen die Spindel von der Hand des Arbeiters die Drehung empfängt, braucht keineswegs den Kreisweg zu machen, sondern durchläuft nur einen Bogen von solcher Größe wie die hindernden Umgebungen gestatten; er bringt also auch dem Bohrer nur einen Theil der Umdrehung auf ein Mal bei, wird dann in seine anfängliche Lage zurückversetzt und immerzu wiederholt auf gleiche Weise gebraucht, wonach die Wirkung des Bohrers in entsprechenden kleinen Schritten erfolgt. Uebrigens ist bei den einfachsten dieser Vorrichtungen der Hebel ein abgesondertes Stück, sodaß er wechselweise eingeschoben, herumgedreht, ausgezogen und von entgegengesetzter Seite der Spindel neuerdings eingeschoben werden muß[1]); andere Exemplare tragen den Hebel mit der Spindel verbunden, aber durch Sperr-Rad und Sperrkegel oder irgend eine andere Vorrichtung so mit ihr zusammenhängend, daß er, oscillirend bewegt, beim Vorgehen die Bohrspindel dreht, beim Rückgange sie ruhig stehen läßt[2]). Durch eine künstlichere Einrichtung kann man erreichen, daß ein einfacher oder doppelter Hebel die Spindel zu ununterbrochener Umdrehung nöthigt[3]).

Die erwähnten, mit Sperr-Rad versehenen Apparate kommen unter dem Namen Ratsche, Rätsche, Ratschbohrer, Bohrratsche, Bohrknarre (perçoir à rochet, cliquet pour percer, touret à rochet, raquette perceuse, *rock drill, ratchet drill, ratchet brace, racket brace, cat-rake*) vor. Man hat das Sperr-Rad durch eine schraubenförmig um die Spindel gewundene Feder ersetzt, welche bei der Drehung des Hebels in einer Richtung sich fest zusammenrollt und die Spindel mit herumnimmt, bei der entgegengesetzten Bewegung aber etwas lose bleibt und der Spindel keine Drehung mittheilt[4]). Der Hebel mit Sperr-Rad wird manchmal ohne Bohrspindel angewendet und mittelst eines viereckigen Loches in dem Rade direkt auf den vierkantigen Zapfen oder Kopf eines Bohrers gesteckt, welcher letztere aber dann durch die Druckschraube eines feststehenden oder tragbaren Bohrgestelles nachgepreßt werden muß; das Werkzeug heißt dann Ratschhebel (*ratchet lever*)[5]).

Mit Hülfe einer eigenen Vorrichtung kann die Bohrratsche gebraucht werden, um Rohrleitungen, während Wasser oder Gas durch dieselben strömt, behufs Einsetzung von

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 15 (1838), S. 31. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 2, S. 883. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 413.

[2]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 517. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 390; 1847, S. 1465; 1850, S. 1093; 1852, S. 804, 986; 1856, S. 329; 1859, S. 1122; 1864, S. 366; 1865, S. 627; 1867, S. 368; 1868, S. 869. — Kronauer, Zeitschrift, Jahrg. 1848, S. 31. — Polyt. Journ., Bd. 32, S. 253; Bd. 132, S. 252; Bd. 171, S. 344; Bd. 176, S. 178. — Jobard, Bulletin, T. 25, p. 231; T. 36, p. 189; T. 45, p. 195. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1852, S. 34. — Deutsche Gewerbezeitung 1858, S. 320; 1860, S. 91; 1864, S. 190. — Schweiz. Z. 1859, S. 130. — Ztschr. d. Ing. 1871, S. 402. — Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 454.

[3]) Polyt. Centr. 1847, S. 27; 1854, S. 733; 1859, S. 1122; 1860, S. 938. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1857, S. 623. — Schweiz. Z. 1859, S. 130. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 22 (1847), S. 20. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 7; Bd. 190, S. 84; Bd. 189, S. 365. — Brevets 1844, T. 32, p. 220; T. 46, p. 100. — Jobard, Bulletin, T. 25, p. 230; T. 36, p. 189.

[4]) Gewerbeblatt für Sachsen, Jahrg. 1845, S. 592. — Polyt. Centr., Bd. 7 (1846), S. 101.

[5]) Polyt. Centr., Jahrg. 1839, Bd. 2, S. 735.

Zweigröhren anzubohren [1]), ja sogar gleich das nöthige Schraubengewinde in das eben gebohrte Loch zu schneiden [2]).

h) Bohrer mit Wendeisen. Bohrer von ziemlich bedeutender Größe (z. B. zum Ausbohren kleiner Pumpenstiefel und ähnlicher rohrartiger Körper) gestatten nur eine langsame Bewegung und könnten selbst mit der Kurbel nicht kraftvoll genug umgedreht werden. Solche dreht man mittelst eines langen eisernen Querheftes (Windeisen, Wendeisen, tourne-à-gauche, *wrench)*, welches auf das obere viereckige Ende des Bohrers aufgesteckt und an seinen Enden mit beiden Händen gefaßt wird. Diese Methode eignet sich aber nicht zum Anfangen eines Loches in massivem Metalle, weil die Hände nicht den dazu nöthigen Druck hervorbringen können, sondern nur zur Erweiterung und Vollendung schon vorhandener Löcher oder zylindrischer (auch konischer) Höhlungen in Gußstücken. Die Bohrer haben hierbei die Aufgabe, den Lochdurchmesser nur unbeträchtlich zu vergrößern, wirken daher wesentlich nach Art der weiter unten anzuführenden) Reibahlen und haben eine dieser Eigenthümlichkeit entsprechende Konstruktion: Zylinderbohrer. Sie bestehen — abgesehen von dem Stiele — aus einem hölzernen Zylinder, in welchem (nahe parallel zur Achse) auf der Peripherie Schneidmesser in Furchen eingelegt sind; oder aus einer Schmiedeisenplatte mit zwei parallelen geraden, verstählten und zugeschärften Kanten, welche gleich jenen Schneidmessern nach der Länge der Bohrung stehen. Eine solche Platte wird auf einer ihrer Flächen, oder auch auf beiden Flächen mit einem hölzernen Zylinderabschnitte belegt, um den geraden Gang des Bohrers zu sichern (ihm eine Führung zu verschaffen). Zum Ausbohren einer konischen Höhlung (z. B. in einem großen Wasserhahne) hat die Platte nebst ihren hölzernen Zulagen eine angemessene verjüngte Gestalt. — Statt des Wendeisens gebraucht man öfters ein großes hölzernes Kreuz, um vier Arbeiter anstellen zu können.

i) Bohrer auf der Drehbank. Die Wirkung der Bohrer, welche auf der Drehbank gebraucht werden, findet entweder so Statt, daß der Bohrer an der Drehbankspindel eingespannt und das Arbeitstück ihm in gerader Richtung allmälig genähert wird: oder so, daß die Arbeit mit der Spindel umläuft, während der Bohrer keine Drehung erhält, sondern nur in der Richtung seiner Achse vorgeschoben wird, um in das Metall einzudringen. Die erste Methode ist vorzüglich dann zweckmäßig, wenn mehrere Löcher an verschiedenen Stellen des Arbeitstückes gebohrt werden müssen; die zweite Art ist die natürlichste und gewöhnlichste für den Fall, daß ein einziges Loch und zwar im Mittelpunkte (in der Umdrehungsachse) des Arbeitstückes erzeugt werden soll. Uebrigens empfiehlt sich das Bohren auf der Drehbank durch die große, dabei erreichbare Genauigkeit, durch die mögliche große Schnelligkeit der Umdrehung für kleine Löcher, endlich durch die Leichtigkeit, mit welcher eine bedeutende Kraft beim Bohren großer Löcher angewendet werden kann.

Alle Arten von Bohrspitzen, die man in den vorgehend beschriebenen Bohrwerkzeugen (d bis h) mit kontinuirlicher Umdrehung gebraucht, lassen sich auf der Drehbank anwenden; es gibt aber mehrere Arten, welche ausschließlich oder hauptsächlich für die Drehbank bestimmt sind; so z. B. halbrunde Bohrer, *half-round bit*, *cylinder bit* (in der Gestalt eines durch die Achse zerschnittenen Zylinders) mit einer halbkugelförmigen Zuspitzung oder einer geradlinigen, bald rechtwinklig, bald schief gegen die Achse gestellten Schneide am Ende; andere halbrunde Bohrer größerer Art, an welchen die Schneide an einer aufgeschraubten Stahlplatte sich befindet [3]); der sogenannte Kanonenbohrer (halbrund mit zwei einander entgegengesetzten, zur Achse geneigten Schneiden, von welchen — da ihre Zuschärfung auf derselben, nämlich der runden Seite des Bohrers liegt — bloß die eine im Bohren angreift, deshalb auch die andere, nur zur Erzeugung einer Mittelpunktsspitze angelegte, etwas weiter zurück steht); der Kernbohrer, von ähn-

---

[1]) Polyt. Centr. 1858, S. 1549. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 310.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 165, S. 182; Bd. 174, S. 174. — Polyt. Centr. 1864, S. 1473. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 240. — Génie ind., T. 28, p. 113. — Jobard, Bulletin, T. 41, p. 19.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 30, S. 176.

licher Form, jedoch mit einer Rinne von halbkreisförmiger Querschnittsgestalt versehen, durch welche in der Achse des Loches ein zylindrischer Kern (der nach dem Bohren als Ganzes abgebrochen wird) stehen bleibt; ferner eine Art Zentrumbohrer, womit aus Eisenblech Unterlegscheiben für Schraubenmuttern hergestellt werden, indem gleichzeitig das Loch im Mittelpunkte gebohrt und konzentrisch mit demselben eine größere Kreisfurche durchgeschnitten wird, um ein scheibenförmiges Stück aus der Platte abzulösen (Scheibenfräser) [1]); ein rohrförmiger Bohrer, in dessen Wand am Ende ein Schneidzahn eingesetzt ist, um eine kreisförmige Furche durch die Tiefe des Arbeitstückes hindurch auszuarbeiten, sodaß schließlich der mittlere Theil des gebohrten Körpers als ein Zylinder herausfällt, ohne in Späne zerkleinert zu sein [2]); Bohrer zum Erweitern der mit einem kleinen Bohrer bereits dargestellten Löcher, ähnlich dem auf S. 276 angeführten Zentrumbohrer, nur statt der Mittelpunktsspitze mit einem kurzen zylindrischen, in das vorgebohrte Loch passenden Zapfen versehen (Zapfenbohrer, mèche à téton, mèche à conducteur, *pin-drill*); Bohrer, welche durch verstellbare oder auszuwechselnde Schneiden zum Bohren von Löchern verschiedenen Durchmessers dienen können (Stellbohrer, *expanding borer*) [3]); u. s. w. Zu bemerken ist, daß die auf der Drehbank gebrauchten Bohrer nicht durchaus einer in den Mittelpunkt des Loches einzusetzenden Spitze bedürfen, weil beim Anfangen eine geringe zum Einsetzen des Bohrers dienende Vertiefung ausgedreht werden kann, beim Fortbohren aber wegen der unwandelbaren Drehung der Drehbankspindel ein Abweichen des Bohrers von der vorgeschriebenen Stelle und Richtung (das Verlaufen, *running*) meist nicht so leicht zu befürchten ist, als bei Bohrgeräthen, die man aus freier Hand gebraucht. Löcher von bedeutendem Durchmesser werden mit einem kleinen gewöhnlichen Bohrer vorgebohrt, dann mit Kanonenbohrern stufenweise erweitert, indem man jedes Mal das vorhandene Loch etwa 5^{mm} tief so weit ausdreht, wie der zunächst anzuwendende Bohrer verlangt.

k) Bohrmaschinen. Das Bohren auf der Drehbank macht den Uebergang zu den Bohrmaschinen, d. h. denjenigen maschinellen Vorrichtungen, bei welchen die Umdrehung des Bohrers und oftmals auch die geradlinige Zuschiebung desselben von der Drehung einer (von Hand oder Elementarkraft bewegten) in einem festen Gestell gelagerten Antriebwelle abgeleitet wird. Man muß hier drei wesentlich verschiedene Fälle unterscheiden: 1) das Bohren kleiner oder mäßig großer Löcher von nicht bedeutender Tiefe in massiven Metallstücken *(drilling)*; 2) das Bohren langer, rohrartiger Höhlungen, welche nur an einem Ende offen sind (wie bei den Kanonen); 3) das Bohren langer, rohrartiger Höhlungen, die an beiden Enden offen sind, (Ausbohren, *boring*), wie bei den Zylindern für Pumpen, Feuerspritzen, Dampfmaschinen, Zylindergebläsen).

aa) Bohrmaschinen für meist kleine (zuweilen aber auch für 50 bis 100^{mm} im Durchmesser haltende) Löcher (Lochbohrmaschine, machine à percer, *drilling machine, drilling engine*) [4]) kommen mit verschiedener Einrichtung vor. Nur selten

---

[1]) Polyt. Centr. 1849, S. 1250.

[2]) Polyt. Centr. 1847, S. 815. — Gewerbe-Blatt für Sachsen 1847, S. 262. — Berliner Gewerbe-Blatt, XXIV. 113.

[3]) Mittheilungen, Lief. 29, S. 136, 137. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 78, 80; 1847, S. 1464; 1851, S. 71. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 30. — Deutsche Gewerbezeitung 1846, S. 599; 1850, S. 73. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1850, S. 621. — Polyt. Journ., Bd. 117, S. 16.

[4]) Hütte, 1855, Taf. 18; 1860, Taf. 20. — Wiebe, Skizzenb., Heft 2, Taf. 5; Heft 11, Taf. 6. — Le Blanc, Recueil, III. Planche 42 und Pl. 57. — Armengaud, I. 353; II. 385; XI. 27. — Bulletin d'Encouragement, XXIX. (1830), p. 10; XLI. (1842), p. 489; XLIV. (1845), p. 95. — Brevets, LXVI. 16. — Brevets, 1844, T. 10, p. 131; T. 12, p. 78; T. 14, p. 240; T. 30, p. 402; T. 38, p. 155. — Génie ind., V. 32. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 13, 14, 15; II. Taf. 29; III. Taf. 2. — Berliner Verhandlungen XXII. (1843), S. 211. — Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrg. 1844, S. 396; 1848, S. 386. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 162; 1852, S. 987; 1857, S. 156. — Polyt. Journ., Bd. 32, S. 250; Bd. 72, S. 2; Bd. 88, S. 161; Bd. 97, S. 9. — Gewerbeblatt für Sachsen 1841,

und namentlich zu den kleinsten Löchern lagert man die Bohrspindel horizontal[1]). In der Regel steht aber der Bohrer senkrecht (mit der Spitze nach unten) und wird mit der Spindel, in welcher er steckt, durch Räderwerk oder durch eine Riemenscheibe umgedreht, zugleich aber mittelst eines Mechanismus auf das von einem Tische getragene oder in einem Schraubstock[2]) eingespannte Arbeitstück herabgedrückt, wenn man nicht umgekehrt das letztere mit dem Bohrtische allmälig erhebt, um das Eindringen des Bohrers zu bewirken. Im Uebrigen sind diese Maschinen theils vollkommen selbstthätig, d. h. so beschaffen, daß nicht nur die Drehung der Bohrspindel, sondern auch die Zuschiebung derselben durch die zum Betriebe angewendete Wasser- oder Dampfkraft bewirkt wird; theils von solcher Konstruktion, daß die letztere Bewegung durch eine von Arbeiterhand in Gang gesetzte mechanische Vorrichtung stattfindet. Kleinere (oft auf spezielle Arbeitsgegenstände berechnete) Bohrmaschinen macht man öfters tragbar[3]) und richtet sie auch zum Handbetriebe ein (Handbohrmaschinen)[4]).

Der Apparat zum Zuschieben der Bohrspindel, wodurch das Eindringen des Bohrers in das Arbeitstück bewirkt wird, besteht manchmal nur in einem mit Gewicht belasteten Hebel oder in einem Hebel, der vom Arbeiter durch Treten (mittelst Zugstange und Fußtritt) niedergezogen wird; häufiger in einer Schraube, entweder allein oder mit einem Hebel, mit Räderwerk verbunden 2c. Eine besondere Anordnung der Druckschraube kommt dann vor, wenn sie bei tragbaren Bohrmaschinen, welche an dem zu bohrenden Arbeitstücke selbst befestigt werden, wegen Enge des Raumes nicht auf dem Kopfe der Bohrspindel anzubringen ist: ein Beispiel gibt die Maschine, womit in den Kränzen der Eisenbahnwagenräder Löcher für Niete oder Schrauben von innen nach außen gebohrt werden[5]). — Wenn die Bohrspindel in ihrem Platze bleibt und das Arbeitstück gegen den Bohrer gehoben wird, kann man zu diesem Zwecke den Druck einer Wassersäule benutzen. Von einem im obersten Theile des Gebäudes befindlichen Behälter, in welchem das Regenwasser sich sammelt, und der überdies durch eine Pumpe stets gefüllt erhalten wird, geht ein Rohr herab, welches das Wasser in einen unter dem Bohrer stehenden Zylinder führt, sodaß es den in letzterem enthaltenen Kolben aufwärts drückt. Der Kolben trägt eine Platte, worauf die Arbeitstücke gelegt werden. Der Durchmesser des Zylinders kann 100 bis 300mm betragen, je nachdem man eines kleinern oder größern Druckes bedarf. Durch einen Hahn kann man den Zufluß des Druckwassers absperren, durch einen andern sodann den Zylinder entleeren, wobei der Kolben von selbst wieder sinkt.

Der Bohrtisch ist oft so eingerichtet, daß dem darauf befestigten Arbeitstücke eine Drehbewegung und eine gerade Schiebung in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen ertheilt werden kann, man also mehrere Löcher neben einander zu bohren im Stande ist, ohne das Stück neu zu befestigen. Manchmal zieht man zu ähnlichem Zwecke eine Anordnung vor, vermöge welcher der Bohrer in gerader Linie versetzt werden kann, sodaß

S. 142; 1844, S. 90. — Jobard, Bulletin, II. 171. — Mittheilungen 1856, S. 263. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858) S. 583. — Atlas III. Taf. 14. — Expériences sur les machines à percer les métaux, par Clarinval, Paris 1859.

1) Technolog. Encyklopädie, II. 551. — Brevets 1844, T. 42, p. 162.

2) Génie ind., T. 24, p. 213; T. 29, p. 89. — Polyt. Journ., Bd. 167, S. 12. — Polyt. Centr. 1862, S. 1601; 1865, S. 506.

3) Génie ind., T. 20, p. 304. — Schweiz. Z. 1861, S. 6. — Jobard, Bulletin, T. 39, p. 1. — Polyt. Centr. 1858, S. 994; 1861, S. 1387; 1862, S. 48.

4) Deutsche Gewerbezeitung 1845, S. 445. — Polyt. Centr. Neue Folge VI. (1845), S. 97; Jahrg. 1852, S. 926; 1858, S 1379, 1398, 1400; 1860, S. 671, 1579; 1869, S. 634; 1870, S. 1020; 1871, S. 105; 1872, S. 503. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 321; Bd. 127, S. 31. — Gewerbeblatt für Sachsen 1842, S. 598. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1842, S. 183. — Notizblatt des Hannoverschen Gewerbevereins 1845, Blatt 4. — Jobard, Bulletin, T. 22, p. 131; T. 37, p. 26. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 2.

5) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrg. 1859, S. 403. — Schweiz. Z. 1860, S. 33. — Polyt. Centr. 1862, S. 1606. — Berliner Verhandlungen 1858, S. 170.

beim Bohren einer Reihe von Löchern man nicht nöthig hat, das Arbeitstück aus seiner Stelle zu rücken [1]). Eine andere Einrichtung gestattet, den Bohrer innerhalb eines Kreises an jede beliebige Stelle zu bringen [2]). Am meisten Bequemlichkeit gewähren die Radial-Bohrmaschinen, Krahn-Bohrmaschinen (radiale, machine radiale, *radial drilling machine*), bei welchen die Versetzung des Bohrers im Kreise und zugleich in gerader Linie (in Halbmessern des Kreises) stattfinden kann [3]). Die größte Genauigkeit erreicht man durch Anwendung von Special-Einspannvorrichtungen, rahmen- oder kastenförmige auf den Bohrtisch frei aufzusetzende Behälter für das Arbeitstück mit eingesetzten stählernen Büchsen, welche die richtige Lage der verschiedenen zu bohrenden Löcher anzeigen, daher auch das Ankörnen ersparen lassen. Auch Maschinen mit mehreren zugleich arbeitenden Bohrern kommen vor [4]). — Läßt man bei fortwährender Umdrehung des Bohrers den Bohrtisch sammt dem darauf befindlichen Arbeitstücke, oder statt dessen das Bohrergestell, eine langsame geradlinige Bewegung rechtwinklig zur Bohrerachse machen, so entsteht statt des runden Loches ein Langloch, d. h. eine Furche oder ein Schlitz, wovon die Breite gleich dem Durchmesser des Bohrers ist (Langlochbohrmaschine, Nuthenbohrmaschine) [5]). Auf diese Weise werden z. B. öfters die Keilnuthen in Radwellen hergestellt, welche man sonst mit dem Meißel, auf der Hobelmaschine oder auf der Stoßmaschine ausarbeitet.

Damit die Grundfläche solcher Langlöcher eben ausfällt, verwendet man auf diesen Maschinen Bohrer von abweichender Gestalt: Zweizahnbohrer, bei welchen an einem zylindrischen Schafte zwei kleine (oft besonders eingesetzte) Schrotstähle sitzen, und Kronenbohrer mit mehreren radial laufenden Schneiden auf der unteren Endfläche des kreiszylindrischen Hauptkörpers, welche Schneiden sich auf der Umfläche ein wenig fortsetzen.

Wird der Durchmesser eines zu bohrenden Loches $= d^{mm}$ gesetzt, so kann zweckmäßig die Anzahl Umdrehungen des Bohrers für 1 Minute betragen:

			entsprechend einer Umfangsgeschwindigkeit pr. Sek. von
in Messing und Bronze	$\frac{2400}{d}$ bis $\frac{3400}{d}$	. . .	126 bis 179mm
„ Schmiedeisen	$\frac{1800}{d}$ „ $\frac{3000}{d}$	. . .	95 „ 158 „
„ grauem Gußeisen	$\frac{660}{d}$ „ $\frac{1200}{d}$	. . .	35 „ 63 „
„ Stahl	$\frac{500}{d}$ „ $\frac{600}{d}$	. . .	26 „ 35 „
„ weißem Gußeisen (Hartguß)	$\frac{130}{d}$ „ $\frac{260}{d}$	. . .	7 „ 14 „

Dabei darf die Zuschiebung des Bohrers pro Umdrehung zu 0,1 bis 0,5mm genommen werden.

An einer Radialbohrmaschine der größten Art wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Kleinster Radius (Abstand der Bohrspindel von der

---

1) Deutsche Gewerbezeitung 1845, S. 517.

2) Génie ind., T. 25, p. 129. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 172. — Polyt. Centr. 1863, S. 644.

3) Hütte 1856, Taf. 15a—d; 1863, Taf. 23. — Bulletin d'Encouragement, 1843, p. 271. — Brevets 1844, T. 12, p. 76. — Armengaud, VII. 365; XVI. 30, 401; XVIII, 7; XIX. 261. — Génie ind., T. 17, p. 144. — Le Blanc, Recueil, V. Planches 49, 50. — Polyt. Journ., Bd. 90, S. 242; Bd. 169, S. 172. — Gewerbeblatt für Sachsen 1841, S. 208. — Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 94. — Polyt. Centr. 1847, S. 542; 1851, S. 660; 1859, S. 575. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 213; 1873, S. 469. — Jobard, Bulletin, IV. 196. — Atlas III. Taf. 15.

4) Génie ind., T. 27, p. 285. — Polyt. Journ., Bd. 77, S. 167; Bd. 204, S. 723. — Polyt. Centr. 1852, S. 987; 1863, S. 1535, 1539.

5) Hütte 1857, Taf. 3; 1868, Taf. 2. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1858, S. 147. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 301. — Polyt. Journ., Bd. 154, S. 5. — Polyt. Centr. 1858, S. 997. — Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 42. — Armengaud, XV. 483.

Drehungsachse des Armes) 800mm, größter Radius 2,50m, Drehungswinkel des Armes 180°, Betrag der möglichen Verstellung der Bohrspindel in vertikaler Richtung 950mm, größte zulässige Höhe der Arbeitstücke 2,55m, größter Durchmesser der zu bohrenden Löcher 300mm, größte Tiefe derselben 550mm, Dicke der Bohrspindel 85mm, Zahl der (mittelst Stufenscheiben und Rädervorgelege) der Bohrspindel zu ertheilenden minutlichen Umdrehungszahlen 8 (von 3,54 bis 134); stündliche Leistung $V = 508$ cbcm Gußeisen beim Bohren aus dem Vollen, bei 50mm Lochweite, 0,111mm Zuschiebung pro Umdrehung, 0,056mm Spandicke, 94mm Umfangsgeschwindigkeit pro Sekunde; Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}31$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}68$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 8750kg.

Im Allgemeinen kann nach den Versuchen Hartig's der Verbrauch an mechanischer Arbeit für das Bohren aus dem Vollen (bei Löchern von 10 bis 50mm Weite und 50mm Tiefe), bezogen auf ein stündlich abgebohrtes Metallquantum von 1 cbcm (der spezifische Arbeitswerth), nach folgenden Formeln berechnet werden, in denen d den Lochdurchmesser in Millimetern bezeichnet:

Für Gußeisen, trocken gebohrt, Spitzbohrer

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}001}{d} \text{ Pferdestärken.}$$

Für Schmiedeisen, mit Oel gebohrt, Spitzbohrer

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}040}{d} \text{ Pferdestärken.}$$

Kennt man daher den Arbeitsverbrauch N_0 einer Bohrmaschine im Leergang und das Volumen V cbcm des stündlich abgebohrten Metallquantums, so ergibt sich mittelst des Ausdruckes

$$N = N_0 + \varepsilon \, . \, V \text{ Pferdestärken}$$

der totale Arbeitsverbrauch einer solchen Maschine.

Starke Lochbohrmaschinen richtet man nicht selten so ein, daß sie gelegentlich — durch Umwechslung des Bohrers, der dann ein glatter Zylinder mit seitwärts eingesetztem Schneidzahn ist (Bohrstange mit Messer, *boring-rod*) — zum Ausbohren mäßig großer (z. B. 70 bis 150mm weiter) Oeffnungen, welche schon vom Gusse her vorhanden sind, wie in Radnaben, Krummzapfen rc., gebraucht werden können; sie wirken dann vollständig nach Art der Zylinderbohrmaschinen (s. unten). Auch ist in manchen Fällen die Verschmelzung einer Bohrmaschine mit einer besonderen Dampfmaschine mit Vortheil in Gebrauch gekommen. (Dampfbohrmaschine)[1]).

bb) Beim Bohren langer Höhlungen ist entweder die ganze Höhlung in einem massiven Metallstücke zu erzeugen (wie bei den Kanonen), oder es handelt sich bloß darum, einen schon hohl (aus Messing, Bronze, Eisen) gegossenen Zylinder durch Bohrer innerlich glatt, richtig rund und durchaus gleich weit zu machen. Im ersten Falle ist die Arbeit ein wahres Bohren (forer, forage, *drilling)*, wenigstens in Bezug auf den Bohrer, welcher anfängt, worauf oft durch mehrere folgende, stufenweise größere Bohrer die Höhlung erweitert wird. Im zweiten Falle stimmt die Arbeit (die man dann gewöhnlich Ausbohren, aléser, *boring*, nennt) nahe mit derjenigen Operation überein, welche weiter unten unter dem Namen des Ausreibens (bei den Reibahlen) vorkommen wird.

Bei den Kanonen vereinigen sich zwei Umstände, welche das Bohren derselben schwierig machen, nämlich: daß das Bohren aus dem Massiven angefangen werden muß, und daß die Höhlung nur an einem Ende offen sein kann (Vorderlader), folglich der Bohrer freistehend so lang sein muß, als die Bohrung werden soll. Aus dem letzteren Grunde insbesondere entsteht leicht ein Schwanken oder Zittern des Bohrers zum Nachtheile der Genauigkeit, welche doch gerade hier, hinsichtlich der Rundung und Gleichförmigkeit der Höhlung, so höchst wesentlich ist. Kanonen-Bohrmaschinen (machine à forer les canons, forerie)[2]) sind von sehr verschiedenen Einrichtungen angewendet

---

[1]) Polyt. Centr. 1868, S. 39.

[2]) Monge, Description de l'art de fabriquer les canons. Paris. An. 2. — Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, Bd. II. Artikel: Bohrwerke. — Portefeuille Cockerill. I. Planches 35, 36. — Coquilhat, Cours

worden. Man kann sie in horizontale (forerie horizontale) und vertikale (forerie verticale) unterscheiden, nach der Lage des Bohrers und des Geschützes. Bei den horizontalen Bohrmaschinen, welchen allgemein der Vorzug eingeräumt wird, liegt das Geschütz wagrecht und dreht sich langsam um seine Achse; der Bohrer wird allmälig (durch Schrauben oder Zahnstange und Getriebe ꝛc.) gegen dasselbe hingeschoben, ohne sich zu drehen. Von Zeit zu Zeit muß der Bohrer herausgezogen werden, damit man die Späne beseitigen kann. Die vertikalen Maschinen sind von dreierlei Art: a) der nach aufwärts gerichtete Bohrer steht ganz unbeweglich, während die auf ihm ruhende Kanone sich um ihre Achse dreht und zugleich durch ihr eigenes Gewicht niedersinkt; b) der Bohrer dreht sich, die Kanone sinkt während des Bohrens vertikal herab, hat aber sonst keine Bewegung; c) die Kanone dreht sich ohne Ortsveränderung, der Bohrer, der sich nicht dreht, wird (durch ein Gewicht oder durch Verzahnung) gehoben.

Die vertikalen Bohrmaschinen gewähren den Vortheil, daß die Bohrspäne von selbst aus der Bohrung fallen; sie sind aber unbequem aufzustellen und durch die große Höhe des Gestelles, welches sie erfordern, nachtheiligen Erzitterungen ausgesetzt.

Bei einer horizontalen Bohrmaschine für Geschütze mittleren Kalibers kann der Arbeitsverbrauch auf 3 bis 4 Pferdestärken angeschlagen werden. Die Kanone darf 10 bis 12 Umdrehungen in der Minute machen und der Bohrer während jeder Umdrehung um 0,5 bis 1,3mm vorgeschoben werden. Mit drei auf einander folgenden Bohrern wird bei kleinen und mittleren Geschützen die Bohrung gänzlich zu Stande gebracht; große Kaliber aber erfordern sechs und mehr Bohrer.

Die Flinten-Bohrmaschine gehört zu denjenigen Bohrmaschinen, welche eine schon vorhandene zylindrische Höhlung auszuarbeiten haben. Bei ihr liegt der Bohrer horizontal und wird von der bewegenden Kraft mit großer Geschwindigkeit umgedreht, während der auszubohrende Lauf, welcher auf einem Schieber befestigt ist, durch den Druck eines Hebels gegen den Bohrer in gerader Linie hinbewegt wird.

Pumpenstiefel, Zylinder zu Dampfmaschinen, Gebläsen u. dgl. bohrt man auf Maschinen (Zylinder-Bohrmaschinen, machine à aléser, alésoir, *boring-machine*) [1]), welche entweder horizontale oder vertikale sind, und in welchen der zu bohrende Zylinder jedenfalls während der Bearbeitung völlig ruht. Sofern es sich um Zylinder von nicht sehr beträchtlicher Größe handelt, gebraucht man regelmäßig horizontale Maschinen. Darin ist die Bohrspindel, Bohrwelle oder Bohrstange (arbre, *boring-bar*, *cutter-bar*), welche in der Achse des wagrecht gelagerten beiderseits offenen Zylinders durchgeht, außerhalb desselben an zwei Punkten durch Lager unterstützt und dreht sich um ihre Achse. Auf ihr befindet sich der Bohrkopf (manchon, porte-lames, *cutter-head*, *boring wheel*), eine gußeiserne Scheibe, auf deren Rand 2 bis 8 Messer oder Schneiden (lames, burins, *cutters*) — auch wohl 2 bis 4 Schneiden und ebenso viele hölzerne Leitstücke — vertheilt sind. Entweder diesem Kopfe allein [2]), oder ihm sammt der Bohrstange [3]), wird während der Umdrehung zugleich eine sehr langsam fortschreitende Bewegung nach der Länge des Zylinders ertheilt, wozu irgend ein Mechanismus (z. B. eine Schraube, zwei parallele Schrauben, eine Zahnstange ꝛc.) angebracht ist. Wenn der Bohrkopf den Weg von einem Ende

---

élémentaire sur la fabrication des bouches à feu; 2ème partie, forage des canons. Liège 1856. — Wiebe, Skizzenb., Heft 15, Taf. 4, 5; Heft 16, Taf. 6.

[1]) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 578.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 69, S. 184; Bd. 170, S. 27. — Polyt. Centr. 1863, S. 1045. — The Cyclopaedia, by A. Rees, Vol. X. Artikel: Cylinder-boring.

[3]) Hütte 1864, Taf. 22 a, b. — Bulletin d'Encouragement, XXII. 11. — Polyt. Journ., Bd. 9, S. 61. — Armengaud, VIII. 287. — Polyt. Centr. 1853, S. 257.

des Zylinders zum andern zurückgelegt hat, stellt man die Schneiden so, daß sie e wenig mehr über den Umkreis des Bohrkopfes vorragen, und wiederholt die Operati des Ausbohrens noch mehrmals. — Da ein Zylinder von sehr großer Weite und verhäl nißmäßig geringer Wanddicke sich bei horizontaler Lage schon vermöge seines eigen Gewichtes dergestalt senkt, daß der wagrechte Durchmesser etwas größer wird als d senkrechte, worauf nach richtig kreisrunder Bohrung beim Wiederaufstellen in Fol der vorhandenen Elastizität eine entgegengesetzte elliptische Form entsteht: so ist für d größten Zylinder das Bohren in aufrechter Stellung — also mittelst einer vertikale Bohrmaschine — unbedingt vorzuziehen, sofern dergleichen Zylinder (wie regelmäßi der Fall sein wird) in aufrechter Stellung gebraucht werden sollen. Handelt es si dagegen um Zylinder, welche beim Gebrauche liegen, so müssen sie auch liegend gebohr werden. In den vertikalen Bohrmaschinen [1]) wird der stehenden Bohrwelle jederzei nur die Achsendrehung ohne Schiebung gegeben, während der Bohrkopf längs derselbe fortschreitet.

Statt der mit dem Bohrkopf fest verbundenen Messer hat man auch Stähle an gewendet, deren wirksame Schneide einen vollen Kreis bildet und die (entweder mittelst eines besonderen Mechanismus oder auch durch eine geringe Schiefstellung gegen die Drehungsebene des Bohrkopfes) eine langsame Rotation um ihre geometrische Axe erhalten; hierdurch wird bewirkt, daß allmälig immer neue noch nicht abgestumpfte Stellen der Schneide zum Schnitt kommen und daß die Bearbeitung einer ausgedehnten Oberfläche auf eine Schneide von sehr großer Länge sich vertheilt, also gleichmäßiger und ohne Auswechslung des Stahles vollführt werden kann (*axial edge tools*) [2]).

Die Geschwindigkeit der Umdrehung bei den Zylinder-Bohrmaschinen soll nicht zu groß sein, damit kein starkes Zittern (Dröhnen) entsteht und die Schneiden sich nicht zu sehr erhitzen, wodurch sie ihre Härte einbüßen würden. Man kann, der Erfahrung zufolge, als Regel annehmen, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Schneiden beim Bohren gußeiserner Zylinder 35 bis 50 mm pr. Sekunde betragen darf, wonach für jeden Durchmesser des Zylinders die Umdrehungszeit leicht berechnet werden kann.

Die geradlinige Fortrückung der Bohrschneiden (die Zuschiebung) kann im Allgemeinen so angenommen werden, daß sie $^1/_{2500}$ der Peripherie-Geschwindigkeit beträgt; in einem Zylinder von 300 mm Durchmesser würde hiernach der Bohrkopf um nahe 0,4 mm, in einem solchen von 90 mm um 1,2 mm, während jeder ganzen Umdrehung fortschreiten: die Bestimmung ist als ein Mittelwerth anzusehen, welcher namentlich bei geringem Durchmesser der Bohrung oft überschritten wird, sodaß man z. B. für Höhlungen von 80 mm Durchmesser wohl 0,5 mm Zuschiebung auf jeden Umgang stattfinden läßt. — Beim Ausbohren anderer Metalle wird die Geschwindigkeit der Bohrschneiden in ihrer Kreisbewegung etwa folgendermaßen, pro Sekunde, zu bestimmen sein: weißes Gußeisen (Hartguß) 6 bis 12 mm, Stahl 25 bis 30 mm, Messing und Bronze 100 bis 150 mm.

An einer kleinen Zylinderbohrmaschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Spindelhöhe 500 mm, größte Länge des zu bohrenden Zylinders 1,30 m, Durchmesser der Bohrspindel 200 mm, Ganghöhe der Leitspindeln 6,4 mm, minutliche Umdrehungszahl des Bohrkopfes 3, Zuschiebung des Bohrkopfes pro Umdrehung desselben 0,80 mm; stündliche Leistung bei Ausbohrung eines Zylinders von 430 mm lichter Weite $G = 2{,}96$ kg Gußeisen zerspant, und zwar bei 3,5 mm Schnitthöhe, 0,80 mm Schnittbreite, 68,5 mm Umfangsgeschwindigkeit pro Sekunde; Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}007$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}207$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 350 kg.

Allgemein kann man den Arbeitsverbrauch einer Zylinderbohrmaschine nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \, . \, G \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XLI. (1842) p. 485. — Polyt. Journ., Bd. 88, S. 81. — Armengaud, I. 498. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 26, 27. — Atlas III, Taf. 16.

[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 3.



N_0 den Arbeitsverbrauch des Leerganges,
G das Gewicht des stündlich zerspanten Metallquantums bedeutet und

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f} \text{ Pferdestärken}$$

spezifischen Arbeitswerth für Gußeisen, aus dem Spanquerschnitt f □ mm zu berechnen, h. den auf 1 kg pro Stunde zerspantes Gußeisen entfallenden Betrag an Nutzarbeit in rdestärken.

Tragbare Zylinderbohrmaschinen werden zu dem (alle 8 oder 10 Jahr neuerdings zunehmenden) Ausbohren der Dampfzylinder an Lokomotiven angewendet. Eine solche ichine[1]) wird, während der Zylinder in seinem Platze an der Lokomotive sich befindet, dem Ende desselben (statt des abgenommenen Deckels) festgeschraubt, und durch eine emenscheibe oder mittelst Handkurbel und Schwungrad von ein Paar Arbeitern beben.

Nach dem Prinzipe der Zylinderbohrmaschinen baut man auch horizontale Maschinen n Ausbohren kleinerer Oeffnungen (z. B. Zapfenlager) in verschiedenen Maschinenilen[2]). Wird hierbei die Bohrstange (welche Drehung und Schiebung in sich vereinigt d selbst die Schneiden oder Bohrzähne trägt, da wegen des geringen Durchmessers ein onderer Bohrkopf nicht angebracht werden kann) lang genug gemacht, so können zwei demselben Arbeitstücke befindliche Oeffnungen, deren Achsen in der nämlichen geraden nie liegen, mit einem Male ausgebohrt werden[3]). Zum Ausbohren der Naben von senbahnwagenrädern haben sich Maschinen solcher Art mit vertikal gestellter Spindel am sten bewährt[4]). — Für Zwecke dieser Art, sowie zum Ausbohren kleiner Zylinder ist e genügend große und starke Drehbank einzurichten, indem man eine Bohrwelle mit gesetztem Bohrzahn auf derselben einspannt und um die Achse laufen läßt. Jedoch muß n in der Regel die geradlinig fortschreitende Bewegung dem Arbeitstücke ertheilt werden, s ein bei eigentlichen Bohrmaschinen (für Zylinder) nicht vorkommender Fall ist. Insen gibt es auch für Drehbänke zum Ausbohren (tour à aléser) Einrichtungen, wonach s Arbeitstück sich dreht und die Bohrstange die Zuschiebungsbewegung empfängt[5]).

Bemerkenswerth sind noch die zum Ausbohren kegelförmiger[6]) und ringförmiger[7]) hlungen dienenden Spezial-Bohrmaschinen.

XI. Reibahlen (Räumahlen, Ausreiber, **alésoirs**, **alézoirs**, **écarrissoirs**, **équarrissoirs**, **broches**, *rimers*, *broaches*, *rosebits*, *opening bits)* [8]).

Löcher in Metallarbeiten fallen durch das Bohren sehr oft nicht so aus, daß sie ne weitere Bearbeitung völlig brauchbar sind. Entweder sind sie (wegen unvollmmener Bohr-Instrumente oder mangelhaften Gebrauches derselben) nicht genau nd, auch wohl nicht glatt genug; oder sie haben (weil ein vorsichtiger Arbeiter die ohrerbreite lieber zu klein als zu groß wählt) nicht ganz die Größe, welche man rlangt. In allen diesen Fällen hilft man durch Aufreiben, Ausreiben, Aufäumen (aléser, écarrir, équarrir, *broaching*), wozu die Reibahlen dienen. Eine eibahle ist im Allgemeinen ein gerades stählernes, gehärtetes und gelb angelassenes Werkzeug, welches eine oder mehrere, gleichmäßig der ganzen Länge nach fortlaufende chneiden besitzt und sich von oben nach unten ein wenig verjüngt, also schlank konisch

---

[1]) Hütte, 1856, Taf. 5. — Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 257. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 6. — Polyt. Centr., Bd. 7 (1846), S. 399; Jahrg. 1847, S. 816; 1860, S. 1511. — Schweiz. Z. 1861, S. 5.

[2]) Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 50. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 85.

[3]) Bulletin d'Encouragement, XLV. (1846), p. 396. — Polyt. Journ., Bd. 106, S. 96. — Jobard, Bulletin, X. 268.

[4]) Wiebe, Skizzenb. 1866, Heft 2, Bl. 1 und 2. — Hütte 1870, Taf. 11.

[5]) Armengaud I. 213; XIX. 287. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 17, 18, 19. — Brevets 1844, T. 13, p. 33.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 193, S. 10.

[7]) Polyt. Journ., Bd. 174, S. 255.

[8]) Werkzeugsammlung, S. 85. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XI., S 509. — Hülsse, Allgem. Maschinen-Encyklopädie, Bd. II., S. 349. — Holtzapffel, II. 572.

erscheint. Die Dicke der Reibahlen geht von der Stärke einer feinen Nähnadel (**Zapfen-Reibahlen**, alésoir à pivots, écarrissoir à pivots, *pivot broach*, der Uhrmacher) bis zu 25 oder 50mm; ihre Länge von 15 bis 200 oder 250mm. Die wesentlichste Verschiedenheit ist in der Gestalt des Querschnittes gegründet, der an allen Stellen der Länge sich vollkommen ähnlich sein muß; in dieser Beziehung sind verschiedene Formen von verschiedenem Werthe, theils überhaupt, theils für bestimmte einzelne Zwecke.

Hauptbedingungen der Güte sind bei jeder Reibahle: 1) möglichst viele und gleichmäßig vertheilte Berührungspunkte mit dem Loche, welches man bearbeitet; 2) eine genügende Anzahl hinlänglich scharfer Schneiden. Alle Ecken oder ausspringenden Winkel eines und desselben Querschnittes müssen Punkte einer gemeinschaftlichen Kreislinie sein, weil außerdem die Reibahle leichter die Rundung eines Loches verdirbt als sie vollkommener macht.

Der Gebrauch der Reibahle ist einfach: man steckt sie in das Loch und dreht sie darin herum, mit hinlänglichem Drucke, um das allmälige Eindringen des dickeren Theiles zu bewirken, wobei feine Spänchen von dem Metalle abgeschnitten oder abgeschabt werden. Es folgt hieraus, daß Reibahlen nur bei durchgehenden (beiderseitig offenen) Löchern anzuwenden sind. Um Löcher zylindrisch auszureiben, bringt man eine sehr schlanke Reibahle erst von dem einen, dann von dem anderen Ende her ein. Zu diesem Zwecke sind die Reibahlen so wenig verjüngt, daß ein Längendurchschnitt derselben zwei unter einem Winkel von 1 bis höchstens 2 Grad zu einander geneigte Linien ergeben würde; hierbei beträgt die Verjüngung (Verminderung der Dicke) 1/58 bis 1/29 der Länge. Konisch zu erweiternde Löcher erfordern dagegen Reibahlen von angemessen stärkerer Verjüngung, welche nur von einer Seite eingebracht werden. Die Bewegung der Reibahlen wird auf verschiedene Weise bewerkstelligt. Entweder sind sie in einem hölzernen Hefte befestigt, welches mit der Hand gefaßt und gedreht (wenn es sehr klein ist, bloß zwischen Zeigefinger und Daumen gerollt) wird; oder sie werden mittelst eines viereckigen Zapfens an ihrem dicken Ende in die Brustleier oder Bohrkurbel eingesteckt; oder man bewegt sie (namentlich die größten) mittelst eines **Wendeisens**, das mit seinem Loche auf den viereckigen Zapfen der Reibahle geschoben und leicht wieder abgenommen wird; oder man gebraucht sie wie Bohrer auf der Drehbank, kleine selbst auf dem Drehstuhle (Docken-Drehstuhl).

Der Gebrauch eines Wendeisens gewährt den Vortheil, daß man die Reibahle ganz durch das Loch hindurchgehen und unten herausfallen lassen kann, wodurch man der zylindrischen Gestalt des bearbeiteten Loches sicherer ist. Das Vorschreiten der Reibahle kann dadurch beschleunigt werden, daß man das unterste (schwächere) Ende mit einigen flachen Schraubengängen versieht, welche sich in die Lochwandung eindrücken und so das Werkzeug bei der Drehung nachziehen. Für die Glätte des ausgeriebenen Loches ist es vortheilhaft, die Reibahle mit einem Streifen Papier einfach zu umwickeln, durch welchen die Schneiden von selbst sich durchdrücken.

Nach der Form des Querschnittes sind folgende Arten der Reibahlen zu unterscheiden:

1) **Eckige Reibahlen**, deren Querschnitt ein Quadrat oder ein regelmäßiges Vieleck ist. Die fünfeckigen sind die besten und die gewöhnlichsten. Viereckige (quadratische, *four-square broach*) machen nicht leicht ein richtig rundes Loch, theils weil ihre Winkel zu scharfe und überschnell angreifende Schneiden bilden, theils weil sie zu wenig Berührungspunkte mit dem Loche haben, theils endlich, weil überhaupt eine Reibahle mit **gerader** Seiten-Anzahl nicht so vollkommen rund ausreibt und eher ein eckiges Loch bildet, als eine solche mit **ungerader** Anzahl von Ecken. Aus diesem letzteren Grunde sind auch die sechseckigen Reibahlen (*six-square broach*) nicht zu empfehlen. Sieben- und achteckige aber, die auch öfters vorkommen, haben schon zu stumpfe Winkel und schneiden schlecht.

An dicken Reibahlen werden zuweilen die sämmtlichen Seitenflächen rinnenartig hohl geschliffen, wodurch die Kanten zwar, selbst bei größerer Anzahl (6, 7 oder 8), sehr scharf werden, aber leicht Scharten bekommen, weswegen man solche Reibahlen vorsichtig gebrauchen muß. Die oben angezeigten Mängel der vierkantigen Reibahlen können bei



großen Werkzeugen dieser Art dadurch gehoben werden, daß man auf jeder der vier Flächen mitten eine breite Längenfurche anbringt und in diese ein Stück Holz einlegt, welches zugleich mit den Schneiden die Lochwand berührt. So entstehen also acht Berührungspunkte mit dem Loche, von welchen aber nur vier Schneiden sind. Solche Reibahlen sind vorzüglich geeignet zum Ausreiben großer metallener Hähne[1]).

2) Halbrunde Reibahlen (*half round broach*), im Querschnitte die Gestalt eines Kreisabschnittes (nicht eines vollen Halbkreises) besitzend, also zwei Schneiden enthaltend, von welchen jedoch, bei der Drehung nach einer bestimmten Richtung, jeweilig nur eine angreift. Sie wirken schnell, haben aber zu wenig Berührung mit dem Loche (auf der flachen Seite nämlich gar keine), und machen deshalb leicht ein unrundes Loch. Dieses ist zwar nicht der Fall, wenn man der Reibahle mehr als die Hälfte (etwa zwei Drittel) der Kreisrundung läßt, und sie arbeitet alsdann sehr gut und genau; aber die hierbei vorhandenen stumpfwinkligen Schneiden greifen nur auf Messing, nicht auf Eisen, genügend an.

Manchmal schleift man die flache Seite hohl, wodurch die Schneiden spitzwinkliger, also schärfer, werden. Sehr große halbrunde Reibahlen (zum Ausbohren metallener Zylinder u. dgl.) macht man so, daß der konvexe Rücken aus hartem Holze, und nur die flache Seite, an welcher die Schneiden sich befinden, aus Stahl besteht. Der Stiel ist von Eisen und mit der flachen Stahlplatte durch Schweißung verbunden.

3) Einschneidige Reibahlen, glatt und rund, mit einer einzigen Kante versehen, welche entsteht, entweder indem der ganzen Länge nach eine ungleichseitige Kerbe angebracht oder ein besonderes schneidig zugeschliffenes Stahlstäbchen eingelegt wird; oder indem zwei kleine Segmente der glatten Rundung abgeschliffen sind, sodaß die zwei dadurch gebildeten Flächen durch ihr Zusammenstoßen eine Kante erzeugen. Beide Arten wirken langsam, machen aber mit Sicherheit ein völlig rundes Loch und sind vorzüglich auf Eisen und Stahl gut zu gebrauchen.

4) Gewundene Reibahlen, vierkantig (quadratisch) geschmiedet und ausgefeilt, dann glühend gedreht, sodaß schließlich die Kanten langgezogene Schraubenlinien bilden, — eine sehr gut schneidende aber schwierig genau zu verfertigende, daher selten gebräuchliche Art.

5) Geriffelte (gekerbte) Reibahlen. Die ganze Oberfläche ist mit dreieckigen Einkerbungen und abwechselnden spitzwinkligen Kanten versehen, welche entweder gerade oder etwas schraubenartig gewunden an der Reibahle hinlaufen, sodaß die Querschnittsgestalt an die Form eines Sperr-Rades erinnert.

Da jede Ecke ein Berührungspunkt mit dem Loche und zugleich eine Schneide ist, so wirken diese Werkzeuge eben so schnell als richtig und sind daher (obwohl mühsam zu verfertigen) sehr zu empfehlen, wo es die Bearbeitung ziemlich großer Löcher gilt; denn dünne Reibahlen lassen sich, wegen praktischer Hindernisse, nicht in dieser Form darstellen. Zum Ausreiben der Löcher an messingenen Hähnen u. dgl. sind die geriffelten Reibahlen vortrefflich; um sie zum Ausreiben der Wagenradbüchsen und ähnlicher großer Gegenstände anzuwenden, ist eine Maschine konstruirt worden[2]).

Zweischneidige runde Reibahlen mit veränderlichem (stellbaren) Konus, sowie zylindrische mit allmälig vorzurückenden Schneiden können manchmal vortheilhaft sein[3]), dürften aber in der Praxis meist als zu komplizirt erscheinen.

XII. Senker (Versenker, Senkkolben, Ausräumer, Ausreiber, Fräser, fraise, *countersink*)[4]).

Häufig kommt der Fall vor, daß ein Loch bloß an seinem äußeren Ende erweitert (konisch oder trichterartig, zylindrisch 2c. versenkt, ausgesenkt) werden muß. Am gewöhnlichsten findet dies statt, wenn Schraubenköpfe nicht über die Oberfläche der Arbeiten hervorragen dürfen. Man bringt dann, konzentrisch mit dem Schraubenloche, eine (nach Gestalt des Kopfes) trichterförmige oder zylindrische Vertiefung (Versenkung)

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XIV. (1835), S. 110.
[2]) Génie ind., I. 403.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 117, S. 13. — Polyt. Centr. 1850, S. 1093.
[4]) Werkzeugsammlung, S. 80. — Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, II. 343.

an, welche den Schraubenkopf ganz aufnimmt. Von einem solchen Schraubenkopfe sagt man, er sei versenkt (noyé). In den Uhren werden Versenkungen von halbkugliger oder ringförmiger Gestalt rund um die Zapfenlöcher angebracht, um dem Oele, welches den Zapfen als Schmiere dient, einen Aufenthalt zu gewähren. An den Formen zum Gießen der Gewehrkugeln (S. 120) ist die Kugelhöhlung selbst, sowie das trichterförmige Gußloch durch Senken ausgebildet u. s. f. Die Senker sind von Stahl und gehärtet; sie werden nach Art der Bohrer angewendet, indem man ihren Stiel mit einer Rolle versieht und sie mittelst des Drehbogens in Bewegung setzt, oder sie in die Brustleier oder Bohrkurbel steckt, oder auf der Drehbank gebraucht. Selten werden sie in einem Hefte befestigt und unmittelbar in der Hand geführt. Um ein durch die Wand eines Rohres gebohrtes Loch von innen her zu versenken, dient eine Vorrichtung, bei welcher der Senker durch eine Verbindung von Rädern mittelst einer Kurbel umgedreht wird. Die Gestalt der Senker ist sehr mannigfaltig. Konische oder trichterartige Aussenkungen kommen am häufigsten vor. Die Senker für diesen Fall *(shamfering tool, chamfering drill)* sind theils flach und zweischneidig (sodaß die schrägen Schneiden sich in einer Spitze vereinigen) wie eine große Bohrspitze, theils wie ein halber Kegel geformt (halbrunde Versenker), theils von der Gestalt eines ganzen Kegels und rings herum eingekerbt (konischer Senker, *cone countersink*); theils kegelförmig und ganz glatt, bis auf eine einzige tiefe Kerbe, welche von der Basis des Kegels (auf welcher der Stiel sitzt) nach der Spitze hin läuft.

Bei einer konischen Versenkung ist die Konzentrizität derselben mit dem gebohrten Loche unschwer zu erreichen, weil die Spitze des Senkers in dem Loche selbst vorangeht. Schwieriger wird diese Bedingung zu erfüllen bei zylindrischen Versenkungen. Am gebräuchlichsten ist es in diesem Falle, den Senker in seinem Mittelpunkte mit einem zylindrischen Zapfen zu versehen, der möglichst genau den Durchmesser des vorhandenen Loches besitzt und folglich ohne Wanken in dasselbe paßt. Von diesem Zapfen gehen in entgegengesetzten Richtungen zwei gerade Schneiden aus, welche genau gleich lang und rechtwinklig gegen die Drehungsachse gestellt sind (foret à noyon, foret à goujon, *square countersink*). Das Werkzeug ist dann nicht von dem S. 279 erwähnten Zapfenbohrer verschieden. Oefters wird der Zapfen nicht mit dem Senker aus einem Ganzen gearbeitet, sondern in ein Loch desselben eingesteckt, damit er leicht ersetzt werden kann, wenn er abbricht, und beim Nachschärfen des Werkzeuges (auf dem Wetzsteine) zu entfernen ist. Auch ein Senker mit geradliniger Schneide ohne Mittelpunkts-Zapfen kann gebraucht werden, wenn man ihn mit seinem zylindrischen Schafte durch ein auf der Arbeit vorher befestigtes zylindrisches Rohr einschiebt und darin umdreht, damit er nicht von der gehörigen Stelle abweichen kann. Damit man aber schnell und sicher das Rohr konzentrisch mit dem zu versenkenden Loche anbringen kann, wendet man einen zylindrischen Stift an, der am Ende stumpf kegelförmig gestaltet ist und, indem er durch das Rohr hinabgeschoben in das Loch des Arbeitstückes eintritt, die nothwendige Stellung des ersteren anweist.

Es gibt auch Senker, welche die Gestalt eines gekerbten Zylinders oder abgestutzten Kegels haben und entsprechend gestaltete Vertiefungen hervorbringen. Halbkugelige Versenkungen erzeugt man durch Werkzeuge mit Halbkugel-Gestalt und gekerbter Oberfläche, oder durch solche, welche nach Art der Bohrspitzen flach, jedoch mit einer halbkreisförmigen Schneide versehen sind. Der Senker, welcher eine ganze Kugelhöhlung (in zwei einander berührenden Metallstücken, in jeder zur Hälfte) hervorbringen soll, besteht aus einer stählernen, rundum eingekerbten Kugel an einem dünnen Stiele (Kugelsenker, Kugelknopf, *cherry*).

An dieser Stelle kann auch des Verfahrens gedacht werden, um Löcher, die nicht durch ein Arbeitstück ganz hindurchgehen, am inneren Ende zylindrisch zu erweitern (z. B. in dem Falle, wenn das Loch mit Schraubengewinde versehen werden soll und man wünscht, daß der Gewindebohrer sich frei schneide). Mit einem gewöhnlichen Spitzbohrer wird das Loch bis zur Tiefe des engeren Theiles gebohrt und dann ein zweiter Spitzbohrer eingeführt, welcher ursprünglich den verlangten größeren Durchmesser hat, aber einseitig bis auf die Weite des vorgebohrten Loches abgeschliffen ist. Der zuerst exzentrisch stehende Bohrer stellt sich nach einigen Umdrehungen der Bohrmaschine auf die Mitte des Loches und bohrt dasselbe in der größeren Weite tiefer.

XIII. Schneidzirkel *(cutting compasses)* und Röhrenschneider.

Aus sehr dünnem Bleche können größere kreisförmige Scheiben öfters mit Vortheil auf die Weise hergestellt werden, daß man einen Stangenzirkel anwendet, an welchem der im Kreise herumgeführte Schenkel eine messerartige oder grabstichelförmige Schneide enthält. Selbst bei gewöhnlichen Scharnierzirkeln wendet man zuweilen dies Mittel an, dessen Nutzen übrigens sehr beschränkt ist.

In der Gebrauchsweise und Wirkung mit diesem Werkzeuge verwandt sind die zum Abschneiden metallener Röhren dienenden Werkzeuge und Maschinen, bei denen ein in passendem (nach dem Durchmesser der Röhren verstellbaren) Werkzeugshalter sitzender Stahl (auch wohl ein kreisrundes drehbares Messer) in rotirender Bewegung von außen oder innen in die Rohrwandung eindringt und so das Rohr sauber querabschneidet [1]).

XIV. Drehstuhl und Drehbank.

Das Prinzip des Drehens oder Drechselns (tourner, *turning*) beruht darauf, daß ein Arbeitstück in drehende Bewegung um seine Achse gesetzt wird, während man ein schneidendes Werkzeug (den Drehstahl, das Dreheisen, outil à tourner, *turning-tool*) damit in Berührung bringt, welches nach und nach alle Theile wegnimmt, die weiter von der Drehungsachse entfernt sind, als die Schneide des Werkzeuges. Ist hierbei die Drehungsachse eine unveränderliche Linie, so müssen an den bearbeiteten Stellen alle Querschnitte des Gegenstandes Kreise werden, deren Halbmesser gleich sind den jeweiligen Entfernungen des Drehstahles von jener Achse (eigentliches Drehen, Runddrehen); ändert sich aber die Drehungsachse periodisch nach einem gewissen Gesetze, oder nimmt die Entfernung des Drehwerkzeuges von der konstanten Drehungsachse im Laufe einer jeden Umdrehung ab und zu, so können auch mannigfaltige andere Formen erzeugt werden (Passigdrehen im weitesten Sinne, in welchem es auch das Ovaldrehen begreift). Wenn man diejenigen Abänderungen des Verfahrens hinzurechnet, welche, wenngleich bei etwas verschiedenem Zwecke, das Hauptmerkmal des Drehens, nämlich drehende Bewegung des Arbeitstücks, darbieten, so entsteht folgende Uebersicht der hierher gehörigen Arbeiten:

1) Abdrehen von Körpern auf ihrem äußeren Umkreise, wobei das Drehwerkzeug rechtwinklig oder schräg gegen die Achse liegt (Runddrehen);
2) Drehen von ebenen Flächen, wobei die Stellung des Drehwerkzeuges meist parallel zur Achse ist, und eine runde Gestalt des Arbeitstückes keineswegs als nothwendig vorausgesetzt wird (Plandrehen);
3) Ausdrehen und Ausbohren von Höhlungen, wobei immer das Werkzeug, wenigstens annähernd, parallel zur Achse ist;
4) Guillochiren, d. h. Darstellung vertiefter Linien, welche mittelst eines spitzigen Werkzeuges auf den Arbeitstücken hervorgebracht werden.

Insofern jedoch die unter 1) und 3) bezeichneten Arbeiten Vieles, und namentlich die mechanischen Einrichtungen, wesentlich gemein haben, kann man sie zusammengenommen, als wirkliches Drehen, dem Guillochiren gegenüberstellen.

A. Drehen.

Es wird hier genügen, das Runddrehen ausführlich abzuhandeln und die nöthigen Bemerkungen über das Ovaldrehen hinzuzufügen, indem das eigentliche

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 171, S. 37. — Polyt. Centr. 1863, S. 1544. — Schweiz. Ztg. 1864, S. 17. — Jobard, Bulletin, T. 45, p. 87. — Mittheilungen 1866, S. 226. — Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 114. — Ztschr. d. Ing. 1866, S. 211.

Passigdrehen gegenwärtig nur höchst selten vorkommt und wenigstens bei Metallarbeiten gar nicht gebräuchlich ist. Schon oben sind die theoretischen Bedingungen des Runddrehens angegeben worden. Praktisch aufgefaßt, müssen dieselben noch etwas ausgedehnter erläutert werden.

Das Drehen ist deshalb von so ausgezeichneter und wichtiger Anwendung, weil es das einzige Mittel ist, Arbeitstücken die Gestalt von Rotationskörpern mit Genauigkeit, Sicherheit und Schnelligkeit zu geben. Ein Gegenstand ist, seiner Form nach, als vollkommen gedreht anzusehen, wenn alle seine (senkrecht auf die Achse genommenen) Querschnitte richtige Kreise sind. Dieser Erfolg ist aber nur zu erreichen, wenn das Arbeitstück rund läuft und wenn die Schneide des Drehstahles, so lange sie auf einem bestimmten Querschnitt wirkt, einen unveränderlichen Abstand von der Drehungsachse behauptet. Unter dem Rundlaufen (tourner rond) versteht man eine solche drehende Bewegung, bei welcher die Drehungsachse unwandelbar mit der geometrischen Achse des Körpers zusammenfällt. Ein Körper kann demnach rund sein und doch nicht rund laufen (z. B. ein Zylinder, der sich um eine nicht durch die Mittelpunkte seiner beiden Grundflächen gehende Linie dreht); umgekehrt kann man vom Rundlaufen eines Gegenstandes sprechen, der keine runde Gestalt hat (z. B. eines vierseitigen Prisma, dessen Drehungsachse die durch die Mittelpunkte seiner Grundflächen gelegte Gerade ist).

Wenn ein Körper nicht rund (unrund) läuft, so kann dies also darin liegen, daß seine Drehungsachse in der Zeit einer Umdrehung Aenderungen erleidet; oder darin, daß die Drehungsachse von der geometrischen Achse verschieden ist; oder in diesen beiden Umständen zugleich. Stimmt die Umdrehungsachse nicht mit der geometrischen Achse überein, so wird dem durch das Drehen selbst abgeholfen, wenn nur der Drehstahl die oben angedeutete feste Stellung behauptet; denn es wird dann an verschiedenen Stellen des Umkreises ungleich viel von dem Materiale weggeschnitten, wie ja auch auf gleiche Weise ein nicht runder Körper durch das Abdrehen in einen runden verwandelt wird. Gegen eine Veränderlichkeit der Drehungsachse aber gibt es keine Abhülfe oder Ausgleichung; und es ist daher für genaue Arbeit von der unbedingtesten Nothwendigkeit, daß der zu drehende Körper, so lange seine Bearbeitung dauert, eine einzige und unabänderliche Drehungsachse behalte. Dieser Forderung ist praktisch weit schwieriger zu genügen, als die reine Theorie voraussehen möchte.

Ein Hinderniß des genauen Runddrehens ist die Biegung oder Federung, welche bei langen und verhältnißmäßig dünnen Arbeitstücken durch den Druck des angreifenden Drehstahles entstehen kann, besonders wenn man letzteren zu stark angreifen läßt. Indem diese Biegung oder dieses Nachgeben an verschiedenen Stellen in ungleichem Maße Statt hat (z. B. bei einem an beiden Enden gehaltenen Zylinder am stärksten in dessen Mitte), tritt in der That eine, und zwar für verschiedene Stellen ungleich große, theilweise und vorübergehende Aenderung der Drehungsachse (in Bezug auf die geometrische Achse betrachtet) ein. — Ungleiche Härte des Materiales, also ungleiche Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen des Drehstahles, kann, wenn sie auf einem und demselben Umkreise des Arbeitstückes vorhanden ist, eine Ursache des unvollkommenen Runddrehens sein, sobald hierdurch der Drehstahl vermocht wird, von den härteren Stellen zurückzuweichen. Daher sind genaue Zylinder u. dgl. leichter z. B. aus Gußstahl als aus dem ungleichförmigern Gärbstahle oder gar Schmiedeisen herzustellen. — Die unwandelbare oder feste Stellung des Drehstahles gegen die Drehungsachse der Arbeit kann nie erreicht werden, wenn man das Werkzeug mit der Hand hält; allein selbst bei Anwendung einer mechanischen Vorrichtung hierzu geschieht es leicht, daß der Zweck nicht vollkommen erreicht wird: wenn nämlich die Bauart der Vorrichtung nicht die nöthige Unerschütterlichkeit gewährt. Der Widerstand, welchen das Material gegen das Abdrehen leistet, bewirkt nur zu leicht ein Zittern oder Schwingen der Maschinentheile; da aber diese kleinen, oft sehr fühlbaren Bewegungen nur höchst zufällig Drehwerkzeug und Arbeitstück in gleichem Maße treffen können, so ist eine für Augenblicke veränderte Stellung beider gegen einander die unvermeidliche Folge.

Es wird sich im Verlaufe der nächsten Auseinandersetzungen ergeben, durch welche Einrichtungen man das genaue Runddrehen möglich und erreichbar zu machen sucht. Hier sei noch die Rede von dem Mittel, durch welches die an gedrehten Arbeiten vorfallenden Unvollkommenheiten der Gestalt entdeckt werden können. Nachmessen der Dimensionen mit

Zirkeln gewährt nur Sicherheit gegen sehr grobe Fehler, die an sorgfältiger Arbeit nie vorkommen. Kleine, auf andere Weise nicht zu entdeckende Unrichtigkeiten zeigt aber der Fühlhebel an. Es versteht sich von selbst, daß die Prüfung gedrehter Gegenstände mittelst des Fühlhebels nur dort stattfindet, wo die äußerste Schärfe der Ausarbeitung nöthig wird, wie z. B. bei den wichtigsten Bestandtheilen (Zapfen und Kreisen) mathematischer und astronomischer Instrumente 2c. — Der Fühlhebel ist seinem Wesen nach ein ungleicharmiger Hebel, dessen langer Arm etwa 30 bis 60 oder 100 Mal an Länge den kurzen Arm übertrifft. Letzterer ist von gehärtetem Stahle, glatt abgerundet und fein polirt; der lange Arm besteht aus Messing, und sein Ende dient als Zeiger auf einem willkürlich eingetheilten Gradbogen. Der ganze Hebel hat 150 bis 250mm Länge und spielt in seinem Drehungspunkte auf feinen Zapfen, sodaß die geringste Kraft ihn in Bewegung setzen kann. Eine schwache Feder drückt den Hebel ein wenig nach einer solchen Richtung, daß das Ende des kurzen Armes sich mit leichtem Drucke gegen einen ihm dargebotenen Gegenstand lehnt. Man hat, zum Behufe sehr genauer Prüfungen, auch doppelte Fühlhebel, bei welchen der lange Arm des Hebels auf den kurzen Arm eines zweiten, ähnlichen Hebels wirkt; der lange Arm des letzteren bildet dann den Zeiger. Der Gebrauch des Fühlhebels ist ein dreifacher: a) Zur Prüfung eines gedrehten Gegenstandes auf sein genaues Rundlaufen und seine völlig runde Gestalt. Man befestigt den Fühlhebel mittelst seines Gestelles dergestalt auf der Drehbank (und zwar auf dem später zu beschreibenden Support), daß der kurze Arm den Umkreis des Arbeitstückes berührt, und läßt dann letzteres sich langsam um seine Achse drehen. Dabei darf der lange Arm des Fühlhebels (der jede Bewegung des kurzen Armes vielmal vergrößert auf dem Gradbogen sehen läßt) durchaus seine Stellung nicht ändern. Erfolgt eine Abweichung, so deutet die Seite, nach welcher hin sie stattfindet, an, ob die so eben mit dem Fühlhebel in Berührung stehende Stelle des Arbeitstückes zu weit von oder zu nahe an der Drehungsachse liegt; auch läßt die Größe der Abweichung auf die Größe der Exzentrizität schließen. b) Zur Prüfung eines Zylinders oder Kegels, ob dessen Seitenlinie überall völlig gerad ist. Man läßt zu diesem Behufe den Fühlhebel (mittelst der langen Schraube des Supportes) parallel mit der Oberfläche des Arbeitstückes fortrücken, während letzteres in Umdrehung ist: jede zu dünne oder zu dicke Stelle wird durch eine Bewegung des Fühlhebels angezeigt. c) Zur Untersuchung von Scheiben, Rädern, Kreisen u. dgl., ob deren Flächen vollkommen eben und zugleich rechtwinklig gegen die Drehungsachse sind. Während ein solcher Gegenstand auf der Drehbank in langsamen Umgang gesetzt wird, führt man den Fühlhebel (dessen kurzer Arm an der zu prüfenden Fläche liegt) allmälig in der Richtung eines horizontalen Halbmessers von dem Mittelpunkte bis an den Umkreis, oder bei ringförmigen Körpern über die ganze Breite der Ringfläche. Auch hier muß der Fühlhebel ohne Störung seine anfängliche Stellung behaupten.

Statt des Fühlhebels kann eine kleine sehr empfindliche Wasserwage (Fühlhebel-Niveau) angewendet werden, welche eben so genaue Anzeigen gibt wie ein doppelter Fühlhebel und nicht so leicht wie dieser in Unordnung kommt[1]).

Die Vorrichtungen zum Drehen sind die Drehbank und der Drehstuhl: erstere für größere Gegenstände, letzterer für kleine Arbeiten. Beide sind in ihrer Einrichtung insofern von einander verschieden, als die Drehbank Hände und Füße des Arbeiters oder elementare Betriebskraft, der Drehstuhl nur die Hände des Arbeiters zum Betriebe erfordert.

1. Drehbank (tour, *lathe, turning-lathe)*[2]).

Die Hauptbestandtheile derselben sind: das Gestell, die Docken, die Spindel, die Bewegungs-Vorrichtung, die Auflage. Hierzu kommen noch die verschiedenen Drehwerkzeuge.

---

[1]) Mittheilungen 1856, S. 24.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. und XXII. Artikel: Drechslerkunst. — Polyt. Journ., Bd. 30, S. 248. — Geißler's Drechsler, II. 31. — Art du Serrurier, par Hoyau, Paris 1826, p. 7. — Vollständiges Handbuch der Metalldreherei. Von C. Hartmann. Weimar 1851 (186. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 543—577. — Al. Fürbringer, die Kunst des Drechslers. Weimar 1865.

Das Gestell oder Bett (établi, bâti, banc, *frame*) besteht bei den meisten und gewöhnlichsten Drehbänken aus zwei langen, horizontal liegenden, mit einander parallelen, auf ihren oberen Flächen sehr glatt und gerade abgerichteten Wangen (jumelles, coulisse, *bed, bearers*), welche 1 bis 3ᵐ oder mehr (zuweilen bis 9ᵐ) in der Länge messen und auf einem zweckmäßigen Unterbaue ruhen. Bei kleinen Drehbänken sind die Wangen oft von hartem Holze, bei großen gewöhnlich von Gußeisen. Zuweilen bringt man statt der Wangen zwei gußeiserne oder schmiedeiserne Zylinder an: bei kleinen Drehbänken oft ein einziges, 0,5 bis 1ᵐ langes, drei- oder fünfseitiges eisernes Prisma, barre, perche, verge, *bar* (Prisma-Drehbank, tour à barre, tour à verge, *bar-lathe*)[1]), wonach die Verbindung der Docken und der Auflage mit dem Gestelle etwas verschieden ausfällt.

Die Docken (poupées, *puppets*) sind senkrechte Stützen von Holz (Messing manchmal bei kleinen Prisma-Drehbänken) oder Gußeisen, welche auf den Wangen, den Zylindern oder dem Prisma stehen. Zu einer vollständigen Drehbank gehören drei Docken: zwei davon stehen am Ende der Drehbank, links vom Arbeiter, unbeweglich (Vorderdocke; poupée de devant; Hinterdocke, poupée de derrière); die dritte läßt sich längs der Wangen verschieben und in jeder nöthigen Entfernung von den anderen beiden mittelst eines Keiles, einer Schraube ꝛc. befestigen (Reitstock, fahrende Docke, Spitzdocke, poupée mobile, poupée à pointe, contre-poupée, *sliding puppet*). Vorder- und Hinterdocke sind bei eisernen Drehbänken zusammen in einem Stücke gegossen, welches man den Spindelkasten, Spindelstock oder die Spindeldocke (poupée fixe, *head-stock, mandril-stock*) nennt, und dienen zur Unterstützung der Spindel, Drehbankspindel, Laufspindel (arbre, *mandril*), einer genau abgedrehten, richtig rund laufenden Achse von geschmiedetem Eisen oder Stahl. Die Lage der Spindel muß vollkommen horizontal und parallel zu den Wangen sein. Es gibt zwei Hauptarten, die Spindel in den Docken zu lagern. Nach der ersten läuft sie in zwei metallenen, zylindrischen oder konischen (bei kleinen Drehbänken aus Zinn mit Zusatz von Zink oder Antimon gegossenen, bei großen aus Bronze, Gußeisen oder Stahl bestehenden) Lagern, collets, *collars*, von welchen jede Docke eins enthält; diese Einrichtung ist zu schwerer Arbeit unentbehrlich, gewährt aber weniger Sicherheit des höchst genauen Rundlaufens. Nach der zweiten Art liegt die Spindel am rechten oder vorderen Ende in einem konischen Lager der Vorderdocke und wird im Mittelpunkte des hinteren Endes von der Spitze einer Schraube gehalten, welche durch die Hinterdocke geht; hierbei ist für Arbeitstücke von beträchtlichem Gewichte nicht genügende Solidität vorhanden, aber eher das vollkommene Rundlaufen zu erreichen, daher auch fast alle Drehbänke zu feinen Arbeiten mit dieser Einrichtung versehen sind. Aus der Vorderdocke ragt immer nur ein kurzes Ende (Kopf, nez) der Spindel hervor, welches gewöhnlich mit einem äußeren und einem inneren Schraubengewinde versehen ist. — Der Reitstock enthält den zylindrischen oder prismatischen eisernen Reitnagel (die Pinne, pointe, contre-pointe, *back centre*), dessen Achse genau in die Verlängerung der Spindel-Achse fallen muß, und welcher an dem der Spindel zugekehrten Ende mit einer kegelförmigen Spitze versehen ist. Der Reitnagel läßt sich in einer horizontalen Durchbohrung des Reitstockes verschieben und durch eine Druckschraube in jeder Lage feststellen. Oft ist es nöthig, zu jener Verschiebung eine Führungsschraube anzuwenden, welche lang genug sein muß, um den Reitnagel einen Weg von 100 bis 300ᵐᵐ durchlaufen zu lassen.

Die senkrechte Entfernung von der Oberfläche der Wangen bis an den Mittelpunkt (die Achse) der Spindel wird die Dockenhöhe oder Spitzenhöhe genannt und beträgt gewöhnlich zwischen 120 und 300ᵐᵐ, zuweilen aber bis 600ᵐᵐ und mehr; durch sie ist der Halbmesser des größten Gegenstandes gegeben, welcher auf einer bestimmten Drehbank

1) Berliner Verhandlungen, V. 271. — Polyt. Journ., Bd. 24, S. 214; Bd. 98, S. 253. — Industriel, I. 49. — Bulletin d'Encouragement, XLIV. (1845), p. 176. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 434.

noch eingespannt und bearbeitet werden kann. Die Höhe der Spindelachse über dem Fußboden beträgt durchschnittlich 1m, bei kleinen Drehbänken wohl bis 1,15m, bei großen oft nur 850 bis 900mm.

Die Vorrichtung, durch welche die Spindel in Umdrehung gesetzt wird, besteht, sofern Menschenkraft die Drehbank in Bewegung setzt, aus einem hölzernen (zuweilen eisernen) Rade, welches mit einer auf der Spindel angebrachten Rolle (Schnurwirtel, poulie, *pulley*, *rigger*) durch eine Schnur oder einen Riemen ohne Ende in Verbindung steht. Das Rad (roue, *fly-wheel*) wird bei kleinen Drehbänken mittelst einer Kurbel (manivelle, *crank*), einer Zugstange (bielle) und eines Trittes (pédale, *treadle*, *foot-board*) von dem Arbeiter mit einem Fuße bewegt (daher: Fußdrehbank, tour au pied, *foot-lathe*) [1]), und ist zu diesem Behufe meistentheils unter, manchmal über der Drehbank angebracht. (Mechanismus mit einer Schnur und Rolle statt der Zugstange; Vorrichtung zur beständigen Spannung der Schnur oder des Riemens). Bei größeren Drehbänken wird das Rad neben die Drehbank gestellt und von einem oder von zwei Gehülfen mit den Händen an einer Kurbel gedreht (Drehbank mit dem Schwungrade). Wo mehrere Drehbänke oder eine Drehbank und noch andere Maschinen zugleich in Gang zu setzen sind, ist der Betrieb durch Elementarkraft (Dampf oder Wasser) mittelst eines Treibriemens sehr gewöhnlich; um jederzeit die den Umständen — d. h. der Größe und dem Materiale des Arbeitstückes — angemessenste Umdrehungsgeschwindigkeit zu erlangen, trägt dann die Spindel mehrere Riemenscheiben von verschiedenem Durchmesser, während man sich beim Betriebe durch Menschenkraft sehr oft ohne dieses Mittel, allein durch schnelleres oder langsameres Treten oder Kurbeldrehen, zu helfen pflegt. Die Spindeln sehr großer Drehbänke empfangen — da sie nur eine langsame Umdrehung erfordern und ein Riemen unter dem beträchtlichen Widerstande leicht auf seiner Scheibe gleitet — oft mittelst verzahnter Räder ihre drehende Bewegung.

Die von Elementarkraft betriebenen Drehbänke erfordern eine Abstellungsvorrichtung (Ausrückung), durch welche sie beliebig zum Stillstande gebracht oder in Gang gesetzt werden können. Eine solche Einrichtung ist auch bei den mittelst Schwungrad durch Menschenhände bewegten Drehbänken höchst zweckmäßig, damit nicht wegen jedes kleinen Stillstandes, den der Drechsler nöthig findet, die Raddreher gezwungen sind, das Schwungrad anzuhalten [2]).

An der Spindel werden, mit oder ohne Hülfe des Reitstockes, die zu bearbeitenden Gegenstände dergestalt befestigt, daß die Umdrehung der Spindel auf dieselben sich fortpflanzt. Man nennt diese Befestigung das Einspannen (monter, *mounting*) [3]), und bewirkt sie auf zwei wesentlich verschiedene Arten, zwischen welchen die Wahl durch die Gestalt des Arbeitstückes und die mit demselben vorzunehmende Bearbeitung bedingt wird. Wenn das Arbeitstück lang und verhältnißmäßig dünn ist, und nur auf seinem Umkreise abgedreht werden soll, so spannt man es zwischen Spitzen ein, wobei es an beiden Enden (einerseits von der Spindel, andererseits vom Reitstocke) gehalten wird. Gegenstände aber, die von geringer Länge, oder von großem Durchmesser sind, oder auf ihrer Endfläche bearbeitet werden müssen, erhalten bloß eine Befestigung an einem Ende (an der Spindel) und stehen übrigens frei.

Diese letztere Art zu drehen (Freidrehen, Drehen in freier Luft, tourner en l'air: die Drehbank, sofern sie auf diese Weise gebraucht wird, heißt tour en l'air, im Gegensatze der Spitzendrehbank, tour à pointes, *center lathe*) wird bei genauen

---

1) Atlas III., Taf. 25. — Mittheilungen 1866, S. 149.

2) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1846, S. 38. — Polyt. Centr., VII. (1846), S. 484.

3) Jahrbücher, IV. 241; V. 40; VIII. 237; X. 93. — Polyt. Journ., Bd. 72, S. 3; Bd. 85, S. 419; Bd. 133, S. 5; Bd. 138, S. 83; Bd. 173, S. 85. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 452; Neue Folge, III. (1844), S. 337; 1853, S. 330; 1855, S. 1170. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1843, S. 211. — Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 603. — Mittheilungen 1854, S. 21; 1855, S. 227. — Brevets 1844, T. 3, p. 13; T. 38, p. 69. — Génie ind., T. 27, p. 255.

Metallarbeiten so viel als möglich vermieden, weil sie nie mit eben der Sicherheit und Genauigkeit das Rundlaufen des Gegenstandes gewährt, wie die Einspannung zwischen Spitzen.

Beim Drehen zwischen Spitzen wird das Arbeitstück auf seinen beiden Endflächen im Mittelpunkte mit einem trichterförmigen Grübchen versehen, welches man, mittelst einer konisch zugespitzten Punze (eines Körners, S. 231) einschlägt, oder — wenn es größer sein muß — bohrt. Die Spitzen oder Körner (pointes, *points, centers*) sind genau gedrehte Kegel von gehärtetem und gelb angelassenem Stahle; eine derselben befindet sich am Reitnagel, die andere wird in das vorderste Ende (den Kopf, nez, S. 292) der Spindel eingeschraubt. Indem man das Arbeitstück mit den schon erwähnten Vertiefungen seiner Endflächen zwischen die Spitzen legt, bilden letztere die Endpunkte seiner Drehungsachse. Die Umdrehung der Spindel wird auf die Arbeit übertragen mittelst eines Führers oder Mitnehmers (*driver, carrier*), der von verschiedener Gestalt sein kann, oft z. B. herzförmig gemacht wird (Herz, coeur). Die Spitze am Reitnagel ist unbeweglich; jene an der Spindel dreht sich mit dieser. Läuft nun die Spindel richtig rund, so kommt dem äußersten Endpunkte der Spitze in der That gar keine Bewegung zu und daher sind die beiden Endpunkte der Drehungsachse unveränderlich, woraus gleiche Unveränderlichkeit für die Drehungsachse selbst folgt. Unter dieser Voraussetzung wird, wenn keine anderen Umstände störend einwirken, die gedrehte Arbeit genau rund werden. Sofern aber die Spindel wenigstens ein Lager hat, und in einem solchen das genaueste Rundlaufen schwer zu erreichen ist, wird die Spitze an der Spindel leicht eine geringe exzentrische Bewegung machen, folglich ein Endpunkt der Drehungsachse, mithin diese Achse selbst, veränderlich sein, wodurch genaues Runddrehen unmöglich wird. Das völlige Rundlaufen kann mit Sicherheit nur dann erreicht werden, wenn beide Spitzen unbeweglich sind, d. h. wenn man zwischen festen Spitzen oder todten Spitzen (pointes fixes, pointes mortes, *dead centers)* dreht. In diesem Falle wird die Spindel mittelst Druckschrauben in ihren Lagern unbeweglich gemacht und auf derselben eine lose aufgesteckte Rolle angebracht, welche mittelst der Schnur des Rades umgedreht wird und, durch den Mitnehmer, der Arbeit die drehende Bewegung mittheilt. Oefters bringt man auch, indem man die Spindel vorübergehend ganz außer Gebrauch setzt, zwischen derselben und dem Reitstocke eine besondere Docke (Zentrirstock) an, in welcher ein unbeweglicher Zylinder (toc, gleichsam eine kurze Spindel) mit einer Spitze und einer beweglichen Rolle enthalten ist.

Um die zum Einspannen zwischen Spitzen erforderlichen konischen Vertiefungen im Mittelpunkte der Endflächen des Arbeitstückes anzuzeichnen und einzuschlagen (welches Geschäft das Zentriren oder Körnen genannt wird) hat man sehr bequeme Hülfsgeräthe (Mittelsucher, *centre punch)*, mittelst welcher die Mittelpunkte ohne Zeitverlust richtig getroffen werden[1]). Statt des hierbei angewendeten Körners kann in dasselbe Werkzeug nöthigen Falls ein Rollenbohrer (S. 272) eingesetzt werden, um ein tieferes konisches Grübchen zu bohren. Sehr bequem ist auch der Körnerwinkel, Zentrirwinkel (S. 231), ein stählernes Winkelmaß mit einer den rechten Winkel halbirenden Linealkante. Zieht man nach dieser letzteren, bei zwei verschiedenen Lagen des Winkelmaßes an der Kreisrundung, zwei Linien, so schneiden sich diese im Mittelpunkte, der somit schnell gefunden ist. An größeren Arbeitstücken verrichtet man das Zentriren auf einem feststehenden drehbankähnlichen Zentrirapparate[2]).

Ist ein langes Arbeitstück auf seiner Endfläche zu bearbeiten (z. B. in der Achse zu bohren), so läßt man dieses Ende, welches vorher konisch abgedreht wird, in dem entsprechend gestalteten Lager einer Hülfsdocke (Lünette, Setzstock, Brille, poupée à lunette, *collar plate)* laufen, das andere Ende aber wie sonst an der Spitze der Spindel; der Reitstock wird beseitigt. Eben solche oder ähnliche Lünetten wendet man auch an, um beim Drehen langer und dünner Gegenstände dieselben an der Stelle zu stützen, wo durch den Druck des Drehstahles ein Nachgeben oder Ausweichen zu befürchten sein möchte[3]).

---

[1]) Polyt. Centr. 1849, S. 661. — Polyt. Journ. Bd. 67, S. 174.
[2]) Deutsche Gewerbezeitung 1860, S. 152. — Polyt. Centr. 1860, S. 746.
[3]) Polyt. Centr. 1852, S. 1313.

— Hat ein Arbeitstück, wie dies zuweilen der Fall ist, an seinen Enden schon genau gedrehte konische Spitzen, so bringt man statt der Spitzen an der Spindel und dem Reitnagel kurze stählerne Zylinder mit konischen Grübchen an, in welche die Spitzen der Arbeit eingelegt werden. Das Prinzip des Drehens zwischen Spitzen bleibt hierbei ungeändert.

Arbeitstücke, welche nur an einem Ende befestigt werden können, verbindet man mit der Spindel durch ein Futter, eine Patrone (mandrin, *chuck)*, wobei der Reitstock nicht gebraucht wird. Dieses Einspannen in Futtern (Einfuttern, *chucking)* findet jedoch zuweilen auch bei längeren Gegenständen statt, welchen man am anderen Ende zu besserer Haltung die Spitze des Reitnagels vorsetzt. Die Futter sind von Holz, Messing oder Eisen und von verschiedener Einrichtung, indem die Arbeit in denselben bloß durch Einklemmen, oder durch Schrauben ꝛc. festgehalten wird; man schraubt sie auf das äußere Gewinde am vordersten Ende der Spindel. Futter, welche zum Einspannen verschieden dicker Arbeitstücke dienen (Universalfutter, *universal-chucks)*, werden zuweilen so eingerichtet, daß die festhaltenden Organe (Backen) um so stärker aufgedrückt werden, je größer der beim Drehen zu überwindende Widerstand ist[1]). Flache, scheibenförmige Arbeiten werden oft auf einer hölzernen Scheibe, die auf die Spindel geschraubt ist, mit Kitt (mastic, aus Kolophonium, etwas Terpentin und Ziegelmehl) befestigt, aufgekittet; andere kleine Stücke mit Zinnloth auf eine messingene Scheibe (Löthfutter) aufgelöthet. Hohle Gegenstände (Ringe, Büchsen ꝛc.) steckt man, um sie äußerlich zu bearbeiten, auf ein massives Futter, auf welchem sie schon durch Reibung festsitzen. Recht nützlich ist für solche Fälle ein stählerner, zwischen Spitzen in die Drehbank zu legender Dorn, welcher durch verstellbare Keile für Arbeitstücke von verschiedenem inneren Durchmesser passend gemacht werden kann *(expanding mandril)*[2]).

Manchmal sind Gegenstände zu drehen, welche durch zur Achse parallele Schnitte in zwei, drei oder selbst mehrere Theile getrennt sein müssen. Sie nach dem Drehen zu zerschneiden geht nicht an, weil der Sägeschnitt Abfall verursacht. Man arbeitet daher zuerst die Berührungsflächen der einzeln gegossenen oder geschmiedeten Theile völlig aus, heftet die letzteren mittelst einiger Tropfen Zinnloth gehörig an einander (ohne jedoch Loth in die Fugen selbst zu bringen), dreht das Ganze nach Erforderniß ab, und löst zuletzt sehr leicht die Verbindung wieder auf.

Die Auflage (support, *rest)* ist diejenige Vorrichtung, durch welche der Drehstahl unterstützt wird, während dessen Schneide das Arbeitstück angreift und Theile des Metalles (Drehspäne, copeaux, coupeaux, *turnings, shavings*) wegnimmt. Die gewöhnliche Auflage besteht aus einem Eisenstücke oder mit Eisen belegten Holzstücke von der Gestalt einer Krücke oder eines T; der obere horizontale Theil derselben ist es, auf welchen der Drehstahl zu liegen kommt, und dieser Theil muß eine Länge von 70 bis 200^{mm} besitzen, damit man das Werkzeug nach Erforderniß darauf fortrücken kann. Der vertikale Theil oder Schaft läßt sich in einer Hülse oder ausgefalzten Platte (chaise) auf- und niederschieben und durch eine Druckschraube in der erforderlichen Höhe befestigen. Jene Hülse steht, mit Drehbarkeit in horizontaler Ebene begabt, auf einem gabelförmigen Fuße (table, semelle), welcher quer über die Wangen der Drehbank liegt, sich nach der Länge derselben fortschieben, auch horizontal herumdrehen und in der ihm gegebenen Lage befestigen läßt.

Durch diese Einrichtungen ist die Auflage folgender Bewegungen fähig: a) Einer Verschiebung parallel mit der Spindel, um sie an jede beliebige Stelle des Arbeitstückes hinführen zu können. b) Einer Schiebung rechtwinklig gegen die Spindel, damit man im Stande ist, die Auflage immer nahe an den Umkreis der Arbeit zu setzen, welchen Durchmesser die letztere auch habe. Die Auflage muß nämlich nahe an der Arbeit stehen, damit nur ein kurzes Ende des Drehstahles (von der Schneide an gemessen) an dieser

---

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1866, S. 504; 1867, S. 483; 1868, S. 194, 258; 1869, S. 415. — Mittheilungen 1869, S. 150.

[2]) Mittheilungen 1860, S. 247. — Polyt. Journ., Bd. 159, S. 19. — Schweiz. Z. 1861, S. 6. — Zeitschrift d. Ing. 1862, S. 214. — Polyt. Centr. 1861, S. 442.

Seite über die Auflage, gegen die Arbeit hin, vorrage. Ohne diese Vorsicht würde das Werkzeug nicht fest liegen und unbequem zu regieren sein. c) Einer senkrechten Hebung und Senkung, damit das Drehwerkzeug jedes Mal in der angemessensten Höhe (ein wenig über der Drehungsachse der Arbeit, zuweilen — wenn ein sehr feiner Span genommen wird — auch genau gleich hoch mit derselben) angreife. Verschiedene Durchmesser der Arbeit, verschiedene Metalle und verschiedene Drehstähle erfordern eine ungleiche Höhe der Auflage. d) Einer horizontalen Drehung, damit man die Auflage beim Drehen von konischen Körpern parallel zu deren Seitenlinie, und beim Drehen von ebenen Flächen rechtwinklig gegen die Spindel stellen kann.

Die beschriebene einfache Auflage ist für den Gebrauch solcher Drehstähle berechnet, welche aus freier Hand gehalten und geführt werden. Genaue Zylinder, Kegel 2c., überhaupt solche Gegenstände, bei welchen eine streng geradlinige Fortrückung des Drehstahles erforderlich ist, lassen sich aber nicht mit gutem Erfolge herstellen, wenn das Werkzeug mit der Hand gehalten wird, weil in diesem Falle selbst der geübteste Arbeiter nicht im Stande ist, alles Wanken desselben zu verhindern. Man bedient sich dann immer (nur etwa ganz flüchtige Arbeit abgerechnet) des Supportes, der festen Auflage, support fixe, *slide-rest, sliding rest*[1]), worauf der Drehstahl mittelst Schrauben in dem Stichelhause befestigt ist und mittelst eines Schiebers, *saddle*, durch Umdrehung einer Führungsschraube, langsam fortbewegt wird. Ein zweiter Schieber, *cross slide* (auf dem ersten angebracht, gegen denselben rechtwinklig gestellt und wie dieser durch eine Schraube, die aber kürzer ist, zu bewegen) dient, um den Stahl der Arbeit nach Erforderniß zu nähern, mithin das Angreifen desselben zu bewirken. Der Support besteht ganz aus Eisen, und wird auf der Drehbank auf ähnliche Art, wie die gewöhnliche Auflage, angebracht (Support-Drehbank)[2]).

Die unvermeidlichen Erzitterungen des Supportes, welche durch den Widerstand des abzudrehenden Metalles entstehen, verhindern oft selbst bei vollkommener Bauart des ersteren das genaueste Runddrehen, wenn man nicht eine Anordnung trifft, durch welche dieselben gleichmäßig auch in dem Arbeitstücke stattfinden. Man erreicht aber diesen Zweck, wenn man den Support nicht als besonderes Stück auf die Drehbank setzt (wobei jederzeit beide in gewissem Grade unabhängig von einander schwingen), sondern von den Enden des Supportes selbst zwei eiserne horizontale Arme ausgehen läßt, innerhalb welcher das Arbeitstück zwischen todten Spitzen eingespannt wird. Bei dieser Einrichtung treffen (wenigstens großentheils) die Schwingungen die Arbeit und den Drehstahl gleichmäßig, ändern mithin nichts in der gegenseitigen Stellung beider und beeinträchtigen die Genauigkeit des Drehens nicht. Daher bedient man sich der angezeigten Methode zum Abdrehen sehr genauer Achsen und Zapfen für mathematische Instrumente u. dgl.

Bei großen Drehbänken, auf welchen lange Walzen 2c. abgedreht werden, verbindet man den Support dergestalt mit der Drehbank, daß derselbe nebst einem Schlitten, worauf er steht (chariot, support à chariot, *slide*) durch eine Schraube (Leitspindel)[3]) oder eine Zahnstange[4]), beide ebenso lang wie die Wangen, von

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 43, S. 161; Bd. 45, S. 248. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 148. — Polyt. Centr. 1848, S. 807. — Deutsche Gewerbezeitung 1848, S. 286.

[2]) Industriel, IV. 235. — Armengaud, II. 305.

[3]) Hütte, 1856, Taf. 17a, b, c; 1857, Taf. 13a, b; 1861, Taf. 18v, w (zu Blechwalzen); 1868, Taf. 8. — Armengaud, II. 143; III. 378; VI. 250; VII. 431; XIX. 390. — Génie ind., T. 17, p. 247. — Bulletin d'Encouragement XXIX. 419; XLI. 213. — Jobard, Bulletin, XIII. 187. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 3, 4; IV. Taf. 6, 7. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 129. — Polyt. Journ., Bd. 40, S. 401; Bd. 133, S. 85; Bd. 153, S. 250; Bd. 158, S. 402 (zu Whitworth'schen Geschossen). — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1863, S. 511. — Polyt. Centr. 1860, S. 1096. — Berliner Verhandlungen, XXVIII. (1849), S. 48; XXXIII. 1854), S. 61. — Le Blanc, Recueil, III. Planches 47, 48. — Atlas III., Taf. 27. — Wiebe, Skizzenb. 1873, Heft 1, Bl. 1 u. 2.

[4]) Industriel, I. 287. — Armengaud, V. 298; XII. 471. — Gewerbeblatt für Sachsen 1841, S. 202. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 73. — Berliner Verhandlungen, X. 144. — Wiebe, Skizzenb., Heft 15, Taf. 1, 5 (zu Kanonen).

einem Ende der Drehbank bis zum anderen fortgeführt werden kann — Drehmaschine, Zylinderdrehbank, Paralleldrehbank, Leitspindelbank, tour parallèle, tour cylindrique, tour à chariot, *slide lathe*. Jene Schraube erhält ihre Umdrehung durch eine Verbindung von gezahnten Rädern, durch welche sie mit der Spindel zusammenhängt, dergestalt, daß zwischen der Umdrehungsgeschwindigkeit des Arbeitstückes und der Fortschreitungsgeschwindigkeit des Drehstahles stets ein bestimmtes Verhältniß stattfindet. Die Zahnstange ist unbeweglich mit dem Gestelle verbunden und an ihr wälzt sich ein im Fuße des Supportes befindliches Getriebe fort, welches durch Räderverbindung von der Spindel aus umgedreht wird.

An einer Leitspindeldrehbank der größten Gattung wurden folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Spitzenhöhe 325mm, größter Abstand der Spitzen (Spitzenweite) 2,55m, Bettlänge 4,24m, Zahl der dem Arbeitstück mitzutheilenden (durch Stufenscheiben und Rädervorgelege zu verändernden) verschiedenen Geschwindigkeiten 8 (von 2,31 bis 88,2 Umdrehungen pro Minute), stündliche Leistung beim Abdrehen einer gußeisernen Scheibe von 786m Durchmesser 5kg zerspantes Material bei 160mm Schnittgeschwindigkeit pro Sekunde, 0,61mm Schnittbreite (Zuschiebung pro Umdrehung), 2mm Schnitthöhe, also 1,22□mm Spanquerschnitt, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,05 Pferdestärken, im Arbeitsgang 0,47 Pferdestärken, Gewicht der Maschine 3300kg.

Zur Beschleunigung der Arbeit und um dem Ausbiegen des Arbeitstückes unter dem Drucke des Drehstahles vorzubeugen, werden manchmal auf demselben Supporte oder auf getrennten Supports zwei gleichzeitig wirkende und einander gegenüber stehende (die Arbeit zwischen sich habende) Stähle angebracht: Drehbank nach dem sogenannten Duplex-Prinzip, Duplex-Drehbank, *duplex lathe*[1]). Um zwei Eisenbahnwagenräder, welche bereits auf ihrer Achse befestigt sind, gleichzeitig abzudrehen, gebraucht man Drehbänke (Räderdrehbänke) mit zwei von einander unabhängigen oder (nach dem Prinzipe der Duplex-Drehbank) mit vier Supporten[2]).

Die Drehstähle, Dreheisen, Drehmeißel (outils, outils à tourner, *tools, turning tools*)[3]), welche beim Drehen aus freier Hand gebraucht werden, sind in ihrer Form sehr mannigfaltig. Das allgemeinste Werkzeug zum Drehen kleiner Stücke aus Eisen, Stahl, Messing und harten Metallen überhaupt ist der Grabstichel, Drehstichel (burin, *graver*, *turning graver*), ein quadratisches Stäbchen, welches in diagonaler Ebene angeschliffen, eine Spitze nebst zwei daran liegenden geraden Schneiden darbietet und in der Form gänzlich mit dem niedrigen Grabstichel der Graveure (S. 246) übereinstimmt. Trotz seiner einfachen Gestalt eignet sich dieses Werkzeug zur Ausarbeitung der meisten Gegenstände, wobei die Fertigkeit des Arbeiters in der Regierung desselben freilich am meisten thun muß. Mit dem Grabstichel können, da nebst dessen Spitze nur jederzeit ein kleiner Theil der einen Schneide zum Angriffe kommt, keine starken Späne genommen werden, wie es auch bei Stahl und Eisen, wegen deren Härte, meistentheils am angemessensten ist, sofern die Drehbank vom Dreher selbst durch Treten bewegt wird. Auf Messing und noch weicheren Metallen geht es dagegen oft sehr wohl an, das Werkzeug stärker angreifen zu lassen. Man bedient sich dann des Schrotstahles (gouge, *round tool*, mit bogenförmiger Schneide) zur Ausarbeitung aus dem Groben; des Spitzstahles (grain d'orge, *point-tool*, mit zwei schrägen, in eine Spitze zusammenlaufenden Schneiden) und des Schlichtstahles (burin droit, *flat tool*, mit geradliniger, 2 bis 12mm breiter Schneide) zur Fortsetzung und Vollendung des Drehens. Bei diesen drei Arten ist das ganze Werk-

[1]) Jobard, Bulletin, XIX. 26. — Polyt. Journ., Bd. 118, S. 405. — Polyt. Centr. 1850, S. 1291.

[2]) Bulletin d'Encouragement, L. (1851) p. 125. — Armengaud, V. 392; X. 359. — Génie ind. T. 20, p. 115. — Brevets, 1844, T. 12, p. 40. — Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 166. — Hütte 1855, Taf. 14a, b. — Polyt. Journ., Bd. 142, S. 9. — Heusinger v. Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Bd. VI. (1851) S. 1. — Polyt. Centr. 1856, S. 897.

[3]) Holtzapffel, II. 520, 523. — Deutsche Gewerbezeitung 1850, S. 97. — Bulletin d'Encouragement 1864, p. 595. — Jobard, Bulletin, T. 47, p. 65. — Polyt. Centr. 1865, S. 353.

zeug gerade, und die Schneide befindet sich am Ende. Drehstähle, die am Ende kurz und rechtwinklig abgebogen und an dem äußersten Theile dieser Kröpfung geschliffen sind, nennt man Hakenstähle (mouchette, *hook-tool, hook*) und unterscheidet sie in rechte und linke (mouchette à droite, mouchette à gauche), je nach der Seite, gegen welche die Kröpfung steht. Die Schneide dieser Stähle ist jener der Schrotstähle, Spitzstähle oder Schlichtstähle ähnlich. Man gebraucht dieselben zur Arbeit auf der inneren Fläche hohler Gegenstände, sowie bei manchen anderen Gelegenheiten, wo eine seitwärts an dem Werkzeuge stehende Schneide nöthig ist, um damit bequem an die Arbeitstelle zu gelangen. Bei dem Ausdrehstahle (*inside-tool*) läuft eine lange Schneide fast parallel mit dem Stiele, weil man dieses Werkzeug zur Erweiterung und Ausarbeitung von Höhlungen anwendet, wobei es, gleich den Hakenstählen, mehr oder weniger parallel mit der Drehungsachse des Gegenstandes eingeführt wird. Den Hakenstählen und Ausdrehstählen verwandt ist der Mondstahl (croissant) mit bogenförmiger, seitwärts stehender Schneide, theils recht, theils link.

Die bisher erwähnten Drehstähle (zu welchen noch einige seltener vorkommende, nicht angeführte zu rechnen sind) haben kurze Hefte (nach Art der Feilenhefte), welche mit der rechten Hand gefaßt und regiert werden, indeß die linke den Drehstahl näher an der Auflage hält und niederdrückt. Beim Drehen großer Gegenstände, bei welchen dickere Späne abgenommen werden, wendet man dagegen hakenförmig aufwärts gebogene Dreheisen an, welche mit der konvexen (zur Verhinderung des Abgleitens eingekerbten oder eckig gestalteten) Seite ihrer Biegung auf die Auflage gestützt und mit ihren gegen 600mm langen Heften auf die Achsel gelegt werden, während beide Hände mit Kraft den nöthigen Druck ausüben. Für Eisen sind die Drehhaken (crochet, *heel tool, hook-tool*) Werkzeuge solcher Art, welche man, je nachdem sie in der Gestalt ihrer Schneide mit dem Schrotstahle, Spitzstahle oder Schlichtstahle übereinstimmen, Schrothaken (crochet), Spitzhaken (grain d'orge) und Schlichthaken (plaine, plane) nennt. Auf Messing werden in dem angezeigten Falle die den Eisenhaken ähnlichen Messingkrücken gebraucht, welche man oft auch mit kurzen Heften versieht, da die geringere Härte des Messings (verglichen mit Eisen) weniger Kraftanwendung erforderlich macht. Der Nagelkopfstahl (*nail-head tool*) dient gleich den Haken zum Drehen großer Eisenarbeiten. Eine Art desselben ist im Stiele oder Schafte rund und endigt in eine kreisrunde Scheibe, welche nach Gestalt und Stellung zum Stiele das Ansehen eines konischen (sogenannten versenkten) Schraubenkopfes darbietet und rundum am Rande schneidig ist; an der anderen Art ist Stiel und Scheibe quadratisch, letztere also mit vier gleichen geradlinigen Schneiden versehen, gleichsam ein vierfach zu gebrauchender Schlichtstahl.

Die Drehstähle, welche man im Support gebraucht[1]), sind von anderer und nicht so mannigfaltiger Art, wie die bisher besprochenen aus freier Hand zu führenden. Meist sind es bloß Grabstichel, Spitzstähle und Schlichtstähle, oder sie haben doch mehr oder weniger Aehnlichkeit mit diesen. Man hat übrigens gerade und gebogene (gekröpfte), letztere um in Höhlungen oder Vertiefungen zu drehen. Man versieht sie nicht mit Heften, schleift sie vielmehr oft an beiden Enden an, um sie doppelt gebrauchen zu können. Zur Ersparung von Stahl kann man sich eines eisernen Universal-Schaftes (Meißelhalter, Werkzeughalter, *tool holder*) bedienen, in welchen von einem Sortiment spitzig oder schneidig zugeschliffener kleiner Stahlstücke das dem Zweck entsprechende mittelst einer Schraube eingeklemmt wird[2]).

Alle Drehstähle sind von gut gehärtetem und gelb angelassenem Stahle; die einzige Ausnahme hiervon machen die aus hartem Gußeisen in eisernen Schalen gegossenen Dreheisen, deren man sich (der Wohlfeilheit wegen) auf den Eisenwerken zum Abdrehen großer Gußwaren bedient (S. 96). So wie diese die gröbsten von allen Drehwerkzeugen sind,

---

[1]) Holtzapffel, II. 527.

[2]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 59. — Polyt. Centr. 1848, S. 1295; 1852, S. 1045; 1869, S. 1483. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 274. — Polyt. Journ., Bd. 187, S. 285; Bd. 194, S. 192.

so gebraucht man oft zum letzten Abdrehen der allerfeinsten Gegenstände, selbst von gehärtetem Stahle, Diamantsplitter, welche in Eisen oder Messing gefaßt und auf dem Supporte angewendet werden. Dies ist namentlich der Fall bei Vollendung der stählernen Zapfen an mathematischen Instrumenten, wo — um die genaueste Rundung zu erhalten und das nachher nöthige Glattschleifen der Zapfen so viel wie möglich zu ersparen — mittelst des Diamantes Spänchen abgedreht werden, welche dem freien Auge kaum sichtbar und nur etwa $^1/_{80}$ mm dick sind. — Die Zuschärfungswinkel an den verschiedenen Arten von Drehstählen wechseln zwischen 40 und 90°; am gewöhnlichsten findet man Schneidwinkel von 60 bis 70°. Nach den Versuchen von Joessel[1]) ist der Verbrauch an mechanischer Arbeit pro Gewichtseinheit zerspanten Materiales am kleinsten, wenn der Zuschärfungswinkel beim Abdrehen von Schmied- und Gußeisen 51°, beim Abdrehen der Bronze 66° beträgt. Schlichtstähle mit rechtwinkliger Schneide (90°) sind jedenfalls nur geeignet, einen sehr zarten Span abzunehmen, gerade dadurch aber zum Fertigdrehen oft sehr zweckmäßig. Uebrigens hängt die Wirkungsweise eines Drehstahles (und jedes Schneidwerkzeuges überhaupt) nicht allein von dem Zuschärfungswinkel seiner Schneide, sondern wesentlich auch von deren Stellung gegen die Arbeitsfläche ab, — wie man ja z. B. mit einer Messerklinge schaben und schneiden kann, je nachdem man sie hält. Der sogenannte Anstellungswinkel (Winkel zwischen Arbeitstück und Rückseite des Stahles) hat am besten eine Größe von 3—4°, steigt aber oft bis 10 und 15°. Bemerkenswerth ist der neuerdings gemachte Vorschlag, die Drehstähle ihrer Länge nach auszuhöhlen, um so die Zuführung von Kühlwasser in wirksamster Weise zu ermöglichen[2]).

Ueber den Gebrauch der Drehbank sind noch folgende Bemerkungen zu machen:

1) Beim Drehen aus freier Hand hängt der Erfolg sowohl von der Auswahl und Güte des Drehstahles als von dessen geschickter und angemessener Führung ab. Allgemeine Anweisungen in beiden Beziehungen lassen sich kaum, oder wenigstens nicht in Kürze, geben. Höchst wichtig ist, daß man den Drehstahl jedes Mal in der geeignetsten Höhe und nicht zu stark angreifen läßt, ihn nicht zu schnell fortrückt und der Arbeit keine zu große Geschwindigkeit bei ihrer Umdrehung gibt. Je härter das Material ist, oder je stärkere Späne man nimmt, desto langsamer müssen alle Bewegungen sein, wenn nicht ein (der Schönheit und Genauigkeit der Arbeit sehr nachtheiliges) Hüpfen und Zittern des Drehstahles (Schnarren, brouter, broutage) entstehen soll. Beim Abdrehen mit dem Schlichthaken hilft oft das Unterlegen eines kleinen Stückchens Sohlenleder zwischen die Auflage und das Drehwerkzeug, um das Zittern des letzteren zu verhindern und eine recht glatt gedrehte Oberfläche zu erzeugen.

2) Der Support findet (wie schon angegeben) hauptsächlich beim Drehen von zylindrischen und kegelförmigen Körpern seine Anwendung, ferner beim Abdrehen ebener Flächen. Zur Bearbeitung eines Zylinders stellt man denselben genau parallel mit der Spindel, bei einem Kegel in einem angemessenen Grade schräg gegen dieselbe. Ob die richtige Stellung getroffen sei, erfährt man durch Versuche, indem man eine gewisse Länge zur Probe dreht und dann die Dicke nachmißt. Sorgfältig muß man sich hüten, den Stahl zu scharf angreifen zu lassen, theils um Erzitterungen zu vermeiden, theils um nicht die Spitze abzubrechen; geschieht letzteres dennoch, so muß die Arbeit von Neuem angefangen werden. Manche Arbeiter halten es für räthlich (da man sich auf die Dauerhaftigkeit einer noch nicht erprobten Spitze nie verlassen kann), den Stahl vorsätzlich durch starkes Vorrücken gegen die Arbeit abbrechen zu lassen und dann mit der gebrochenen und angemessen gestellten Spitze fortzuarbeiten. Durch das Brechen hat sich nämlich die schwächste Stelle des Werkzeuges offenbart, und nachdem diese beseitigt ist, bewährt der Ueberrest eine größere Dauerhaftigkeit, als gewöhnlich eine frisch angeschliffene Spitze hat. — Zum Abdrehen ebener Flächen (Flachdrehen, Plandrehen, *facing*, *surfacing*) stellt man den Support so, daß bei der Bewegung seiner Schraube der Drehstahl in einer Linie, welche horizontal ist und die verlängerte Achse der Spindel rechtwinklig kreuzt, an der Arbeit vorübergeht.

[1]) Bulletin d'Encouragement, Oct. 1864. — Polyt. Centralbl. März 1865. — Ztschr. d. Ing. 1866, S. 197.

[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 52.

Löcher oder Vertiefungen in der Fläche stören hierbei nicht (wie sie es wohl beim Drehen aus freier Hand thun würden); denn der Drehstahl des Supportes kann nicht in tiefere Stellen hineinfallen, wie es leicht bei einem mit der Hand an die Arbeit gedrückten Werkzeuge der Fall ist. Man kann daher selbst mehrere Metallstücke neben einander auf ein scheibenförmiges hölzernes Futter aufkitten und alle zugleich flach abdrehen, was öfter dem Feilen vorzuziehen ist, weil man auf jene Weise sicherer ganz ebene Flächen gewinnt. Das Abdrehen großer Gegenstände auf ihrer Fläche (z. B. Räder, Scheiben, Platten 2c.) erfordert eine Drehbank von etwas eigenthümlicher Bauart (Scheibendrehbank, Plandrehbank, tour à plateau, *surface lathe*)[1]). An dem Kopfe der Spindel ist nämlich eine große, öfters bis zu 5m im Durchmesser haltende, mit vielen Spalten oder Löchern versehene gußeiserne Scheibe (Planscheibe, plateau, *face plate*) angebracht, auf welcher die Arbeitstücke mittelst Schraubbolzen mit hakenförmigen Köpfen befestigt werden; die erwähnten zahlreichen Oeffnungen der Scheibe gestatten eine solche Versetzung der Bolzen, daß sie jederzeit an Stellen, wo sie nicht dem Abdrehen hinderlich sind, eingesetzt werden können. Häufig sind auch die Planscheiben so eingerichtet, daß das Arbeitstück von drei oder vier Klauen festgehalten wird, welche in radialen Schlitzen verschiebbar sind und durch Schrauben verstellt werden können (Universal-Planscheibe)[2]). Sofern die Planscheibe nicht über 1,2m Durchmesser hat, ist die Drehbank wie gewöhnlich mit ein Paar Wangen versehen, welche jedoch nur kurz sind, wenn man nicht etwa auch lange Zylinder auf der nämlichen Bank abzudrehen beabsichtigt. Ist aber die Scheibe sehr groß (wodurch eine unpraktische Höhe der Spindeldocke erforderlich sein würde), so fehlen die Wangen; es ist dann, gegenüber dem Gestelle mit der Spindeldocke, ein abgesondertes Gestell für den Support vorhanden, und die Planscheibe reicht zwischen beiden Gestellen in eine Vertiefung des Fußbodens hinab.

An einer Planscheiben-Drehbank mittlerer Größe wurden folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Durchmesser der Planscheibe 1,415m, Durchmesser des größten abzudrehenden Stückes 1,70m, Zahl der (mittelst Stufenscheiben und dreifachem Rädervorgelege zu erzielenden) Drehungsgeschwindigkeiten des Arbeitstückes 12 (von 3,14 bis 140 Umdrehungen pro Minute), stündliche Leistung beim Abdrehen einer gußeisernen Welle von 242mm Durchmesser 8,68kg zerspantes Material bei 82mm Schnittgeschwindigkeit pro Sekunde, 1mm Schnittbreite, 5mm Schnitthöhe, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,38 Pferdestärken, im Arbeitsgang 0,92 Pferdestärken, Gewicht der Maschine 4500kg.

Gibt man der Planscheibendrehbank an Stelle des Reitstockes einen zweiten Spindelstock und rüstet auch diesen mit einer Planscheibe aus, welche durch Räderwerke in gleicher Richtung und gleich schnell wie die erste in Umdrehung versetzt wird, so erhält man die zum Abdrehen der Tyres an den Rädern der Eisenbahnwagen gebräuchlichen Räderdrehbänke[3]), auf denen sonach das Arbeitstück an beiden Enden die erforderliche Drehung empfängt, daher nicht in Folge seiner Elastizität unter Einwirkung des Stahles in schädliche Vibrationen gerathen kann.

Bei jeder Art des Drehens ist die angemessene Umlaufsgeschwindigkeit des Arbeitstückes ein Punkt, auf welchen sorgfältig geachtet werden muß, da eine zu geringe Geschwindigkeit das Geschäft verzögert, eine zu große theils ungemein rasch die Drehstähle abstumpft, theils durch entstehendes Zittern der Genauigkeit und Sauberkeit der Arbeit schadet. Kleine Gegenstände von Messing oder Eisen können beim Drehen aus freier Hand, wobei nur feine Späne fallen, etwa 100 bis 150 Umdrehungen in einer Minute machen; Arbeiten aus (grauem) Gußeisen, welche mit dem Support gedreht werden, gibt man nicht gern eine größere Umfangsgeschwindigkeit als 70 bis 80mm in der Sekunde. Wenn Schmiedeisen gedreht wird, kann die Geschwindigkeit etwas größer (100 bis 110mm

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XI. 40, 210. — Bulletin d'Encouragement, XLII. 433; XLIII. 349. — Polyt. Centr. 1858, S. 1114. — Polyt. Journ., Bd. 95, S. 170; Bd. 149, S. 331. — Atlas III., Taf. 28.

[2]) Polyt. Centr. 1869, S. 1637. — Polyt. Journ., Bd. 173, S. 85; Bd. 183, S. 260.

[3]) Wiebe, Skizzenb. 1873, Heft 1, Bl. 3 u. 4.

in der Sekunde) sein. Messing und Bronze gestatten eine raschere Bewegung (150 bis 200mm pr. Sekunde); dagegen muß diese bei Stahl auf 40 bis 50mm und bei weißem Gußeisen (Hartguß) auf 10 bis 20mm pr. Sekunde vermindert werden. Bei vorstehenden Angaben ist zugleich zu bemerken, daß der Drehstahl des Supportes während jeder Umdrehung der Arbeit gewöhnlich um 0,5 bis 1,5mm fortrückt. Uebrigens richtet sich die Geschwindigkeit der Umdrehung einigermaßen, und die Breite wie die Dicke des abzunehmenden Spanes hauptsächlich, nach der zu Gebote stehenden Betriebskraft ebensowohl, als nach der Größe und dem mehr oder weniger massiven Baue der Drehbank, desgleichen nach der Natur der auszuführenden Bearbeitung. — Schmiedeisen und Stahl erhitzen durch ihren großen Widerstand die Drehwerkzeuge bedeutend, und würden hierdurch sowie durch die Anhängung feiner Metalltheilchen ein schnelles Stumpfwerden der Schneiden veranlassen, wenn man nicht ununterbrochen Wasser auf die Stelle tröpfeln ließe, wo man arbeitet; durch dieses Verfahren wird zugleich die gedrehte Oberfläche bedeutend glätter, und die Späne hängen sich nicht an das Drehwerkzeug. Milch, und noch mehr Seifenwasser mit Oel versetzt, soll vor reinem Wasser den Vorzug verdienen. Gußeisen kann trocken abgedreht werden, da es kurze mürbe Späne gibt, von welchen sich nichts an die Schneide hängt. Blei muß man naß drehen, damit die weichen Späne nicht sich an die Metallfläche kleben, darauf von dem Drehstahle fortgeschleift werden und die Glätte und Reinheit der Arbeit zerstören. — Wie sehr eine zu große Umlaufsgeschwindigkeit des Arbeitstückes abnutzend auf die Drehstähle wirken muß, kann man nach der Erfahrung schließen, daß bei außerordentlich beträchtlichen Geschwindigkeiten jede Einwirkung des Schneidwerkzeuges aufhört, vielmehr letzteres unter gewissen Umständen ganz allein als der leidende Theil sich darstellt. Der Rand einer Eisenblechscheibe, wenn er sich mit mehr als 12m in der Sekunde bewegt, kann gar nicht mehr mit einem Grabstichel abgedreht werden, und wirkt bei noch größerer Geschwindigkeit nach Art einer Kreissäge auf denselben (vergl. S. 264).

Für eigenthümliche Zwecke erleidet die Drehbank besondere Abänderungen. In dieser Beziehung mag Folgendes angeführt werden:

a) Zum Nachdrehen der Achsschenkel an Eisenbahnwagenachsen, auf welchen die Räder sitzen, ist die Drehbank sehr zu vereinfachen, indem man die Achse zwischen zwei Spitzen legt und den Treibriemen ohne Weiteres über eins der beiden Räder legt[1]).

b) Zum Abdrehen langer dünner Stangen, welche zu biegsam sind, um auf die gewöhnliche Weise zwischen Spitzen gedreht zu werden, kann der sogenannte Drehschlitten[2]) dienen, ein Support, welcher ganz nahe am Drehstahle mittelst zweier hölzerner Backen das Arbeitstück umfaßt und so dessen Ausweichen verhindert. Die Fortrückung des Supportes wird ohne eigene Führungsschraube dadurch bewirkt, daß die von der Spitze des Drehstahles entstehenden feinen schraubenförmigen Drehringe sich in die Holzbacken eindrücken und darin eine Art seichten Gewindes erzeugen, mittelst dessen das Arbeitstück selbst als Führungsschraube wirkt. — Vollkommener ist allerdings das Verfahren, den Support einer Leitspindeldrehbank (S. 297) mit einer Lünette (S. 294) so zu verbinden, daß letztere das Arbeitstück in nächster Nähe des Drehstahles umfaßt (Brillen-Support, Lünette-Support)[3]).

c) Zum Ausdrehen der Kaliber (S. 146) an Stabeisenwalzen von Eisenhartguß ist eine besondere Einrichtung des Supportes angegeben worden, welche (unter Berücksichtigung der Größe des hier zu überwindenden Widerstandes) auf höchste Unerschütterlichkeit des Drehstahles berechnet wurde[4]).

d) Wenn konkave Gestalt eines mit dem Support zu drehenden Gegenstandes erfordert, daß der Drehstahl in einer Kreisbogenlinie sich bewege, so trägt der Support eine um ihren Mittelpunkt mittelst Schraube ohne Ende drehbare Scheibe, auf welcher der Stahl befestigt ist. Dies kommt z. B. vor beim Drehen der Schleifschalen für konvexe optische Gläser. — Zum Abdrehen der gewölbten Stirnflächen an Riemenscheiben sind für Drehbänke mit Leitspindel (S. 297) verschiedene Einrichtungen angegeben worden, um die Bogenbewegung des Stahles durch dessen angemessene Vorrückung und Zurückziehung

---

[1]) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover 1862, S. 343. — Polyt. Centr. 1863, S. 297.

[2]) Gewerbe-Blatt für das Königreich Hannover 1844, S. 107. — Polyt. Centr., IV. (1844), S. 292. — Polyt. Journ., Bd. 94, S. 134. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 313.

[3]) Polyt. Centr. 1864, S. 938.

[4]) Génie ind., T. 21, p. 124. — Polyt. Journ., Bd. 160, S. 252.

senkrecht gegen die Spindelachse, während seines Fortschreitens parallel zu letzterer, zu erreichen[1]).

e) **Kugeldrehen.** Durch Arbeit mit gewöhnlichen Handdrehstählen wird eine gegossene Kugel in folgender Weise abgedreht. Man spannt dieselbe in ein hölzernes Futter, worin sehr nahe die Hälfte derselben Platz findet, sticht auf dem herausragenden Theile, unmittelbar vor dem Futter, mit dem Spitzstahle einen größten Kreis ein, futtert hierauf die Kugel (durch Wendung um 90°) so ein, daß die Ebene der eingestochenen Kreislinie durch die Umdrehungsachse geht, dreht nun die freistehende Kugelhälfte bis zum fast völligen Verschwinden der Kreislinie ab, wendet endlich die Kugel im Futter um 180°, und dreht die dadurch nach Außen gekehrte andere Hälfte in gleicher Weise ab. Da in Folge dieses Verfahrens alle vom Drehstahle zuletzt auf der Kugeloberfläche beschriebenen Bahnen Kreislinien sind, welche durch die Peripherie einer gegen deren Ebenen rechtwinklig stehenden Kreisfläche gehen: so muß der entstehende Körper eine richtige Kugel sein. — Die Langwierigkeit und Schwierigkeit der beschriebenen Methode hat die Ausmittelung mechanischer Verfahrungsarten veranlaßt, durch welche mit mehr Bequemlichkeit und wenigstens eben so großer Sicherheit metallene Kugeln (wie sie z. B. als Kugelventile bei Pumpen Anwendung finden) gedreht werden können. Man bedient sich nämlich entweder statt des Drehstahles eines mit zwei Handgriffen versehenen, auf der Innenkante schneidigen, kreisrunden Ringes von kleinerem Durchmesser als die Kugel; spannt letztere zwischen zwei Futtern (eins an der Drehbankspindel, eins vor der Spitze des Reitstockes) dergestalt ein, daß sie leicht und fleißig gewendet werden kann, und bearbeitet, während die Kugel in Umlauf gesetzt wird, nach und nach ihre ganze Oberfläche mittelst des daraufgedrückten Ringes, welcher vermöge einer an ihm angebrachten Stellschraube stets nur bis zu einem gewissen Grade Metall wegschneiden kann[2]). — Auch gebraucht man einen **Kugel-Support** (chariot circulaire, chariot tournant, chariot pivotant, *revolving slide-rest*)[3]), der um einen mitten unter der eingespannten Kugel liegenden Drehpunkt horizontal so herumgeführt werden kann, daß der Drehstahl einen Kreis beschreibt, dessen Ebene durch die Drehungsachse der Kugel geht. Oder man wendet unter Benutzung eines gewöhnlichen Drehstahles eine Einspannvorrichtung an, welche das Arbeitstück um zwei sich rechtwinklig durchschneidende Achsen gleichzeitig in Drehung versetzt[4]).

f) Bei einer Drehbank zum Abdrehen von Kreissegmenten[5]) wird die Spindel mittelst Verzahnung um einen bestimmten Bogen vor- und rückwärts umgedreht.

g) Das **Abdrehen der vier- oder sechseckigen Schraubenmuttern** auf ihren Seitenflächen (statt des Abfräsens oder Abhobelns) geschieht auf einer Drehbank mit besonders konstruirter Planscheibe. Letztere enthält nämlich zwischen acht Speichen eben so viele Oeffnungen, in deren jeder 5 oder 6 Schraubenmuttern auf einem zylindrischen Stabe steckend und fest an einander gepreßt angebracht sind, sodaß sämmtliche 40 oder 48 Stück eine ihrer Seitenflächen in einer gemeinschaftlichen Ebene haben, welche von dem vor der Scheibe hergehenden Drehstahle des Supportes bearbeitet wird. Um die anderen Flächen der Muttern abzudrehen, werden successiv alle Stücke auf ihren Dornen so viel als nöthig um die eigene Achse gewendet, damit eine neue Seite dem Drehstahle sich darbietet[6]).

h) **Anfertigung von Schraubenmuttern aus gewalztem sechskantigen Eisen.** Ein Eisenstab dieser Art wird durch die ihrer ganzen Länge nach hohle Spindel der Drehbank (**Muttermaschine**) gesteckt, in erforderlichem Maße aus derselben hervorgeschoben und so festgeklemmt. Während nun die Spindel in Umlauf ist, wird zuerst in

---

[1]) Polyt. Centr. 1860, S. 1293; 1872, S. 761. — Polyt. Journ., Bd. 185, S. 270. — Schweiz. Z. 1860, S. 116. — Civilingenieur 1871, S. 331.

[2]) Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1843, S. 130. — Polyt. Journ., Bd. 90, S. 87. — Polyt. Centr., III. (1844), S. 157.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 70, S. 98. — Gewerbe-Blatt für Sachsen 1839, S. 24. — Mittheilungen, Lief. 55 (1847), S. 505. — Polyt. Centr. 1848, S. 298. — Berliner Gewerbe-Blatt, XXVII. 49. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 97. — Brevets, LXVII. 107. — Armengaud, VII. 431. — Atlas III., Taf. 26. — Berliner Verh. 1867, S. 197.

[4]) Berliner Verhandlungen 1872, S. 243.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 158, S. 404.

[6]) Bulletin d'Encouragement, XLVII. (1848), p. 730. — Polyt. Journ., Bd. 112, S. 19. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1849, S. 369.

der Achse des Stabes das Loch der Schraubenmutter gebohrt und dann durch einen rechtwinklig zur Achse stehenden Drehstahl ein Stück des Stabes abgestochen, dessen Länge die Dicke oder Höhe der Mutter bildet. Die Gestalt dieses Stahles ist eine solche, daß er gleichzeitig die Ränder an beiden Endflächen der Mutter abrundet. Bohrer und Drehstahl haben jeder seinen besondern Support zum Vorrücken[1]).

i) Abgleichen der Enden an Stäben, oder Eindrehen von Kerben (Querruthen) auf einer großen Anzahl von Stäben zugleich. Eine Drehbank zu diesem Zwecke (tour à barrettes)[2]) besteht aus zwei parallelen gußeisernen Kreisscheiben, welche auf einer horizontalen Achse so angebracht sind, daß sie sich nach Erforderniß näher zusammen oder weiter aus einander stellen lassen. Auf den Umkreisen dieser Scheiben werden 150 bis 200 zu bestimmter Länge abzugleichende Metallstäbe dergestalt befestigt, daß sie zur Achse parallel sind. Dann wirken, während das Ganze in Umdrehung begriffen ist, die Drehstähle zweier Supporte gleichzeitig auf beide Enden der Stäbe und machen letztere alle gleich lang, ihre Endflächen aber genau eben und rechtwinklig gegen die Längenrichtung. Sollen Ruthen eingedreht werden, so ändert sich nur die Stellung der Supporte, deren Stähle nun nicht an den Stab-Enden vorbeigehen, sondern gegen die Außenfläche der Stäbe vorrücken.

k) Wenn an großen Gegenständen, zumal von einer das Umlaufen in der Drehbank nicht wohl zulassenden Gestalt, nur einzelne freistehende Theile abzudrehen sind, so wählt man den Weg, den Gegenstand festzulegen und den Drehstahl im Kreise um die zu bearbeitende Stelle herum zu bewegen. Solche Fälle treten ein bei der Schildzapfendrehbank für Geschütze[3]); beim Abdrehen der Zapfen an gekröpften (Krummzapfen-) Wellen[4]); beim Nachdrehen unrund gewordener Kurbelzapfen an den Triebrädern der Lokomotiven, wozu eine tragbare Vorrichtung dient und die Räder nicht von der Maschine abgenommen zu werden brauchen[5]).

l) Die Kombination der Drehbank mit einer Hobelmaschine kann nützlich sein, um Drehen und Hobeln successiv vorzunehmen, ohne das Arbeitstück auf eine andere Maschine bringen und von Neuem einspannen zu müssen[6]).

3) Der Arbeitsverbrauch der Drehbänke ist nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergang bezeichnet, G das in einer Stunde zerspante (abgedrehte) Materialquantum in Kilogrammen, ε den spezifischen Arbeitswerth für das bearbeitete Material, d. h. der für 1^{kg} stündlich abgedrehtes Material entfallende Verbrauch an mechanischer Arbeit in Pferdestärken, dessen Werth anzunehmen ist zu

$\varepsilon = 0{,}069$ Pferdestärken für Gußeisen,
$\varepsilon = 0{,}072$ „ „ Schmiedeisen,
$\varepsilon = 0{,}104$ „ „ Stahl.

Diese Werthe sind kleiner, als die entsprechenden bei den Hobelmaschinen angeführten, was wahrscheinlich dem Umstande zuzuschreiben ist, daß beim Abdrehen (vom Plandrehen abgesehen) wegen der convexen Gestalt der erzeugten Oberfläche ein leichteres Abfließen der Späne eintritt, als beim Abhobeln, wie denn auch Arbeitstücke von kleinem Durchmesser sich leichter abdrehen lassen, als solche von großem Durchmesser. Das Spangewicht G ist in jedem besonderen Falle direkt zu beobachten, der Werth N_0 durch Versuche zu ermitteln oder aus anderweiten Beobachtungsdaten[7]) zu entnehmen.

---

[1]) Kronauer, Maschinen IV. Taf. 11. — Mittheilungen 1862, S. 138. — Polyt. Centr. 1860, S. 509, 787; 1862, S. 1608. — Polyt. Journ., Bd. 155, S. 81. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 304. — Zeitschr. d. Ing. 1864, S. 219. — Wiebe, Skizzenb. 1870, Heft 4, Bl. 5.

[2]) Armengaud, V. 422.

[3]) Wiebe, Skizzenb., Heft 15, Taf. 3, 5. — Portefeuille Cockerill, II. Planches 181—183. — Armengaud, XIX. 67.

[4]) Génie ind., T. 16, p. 81. — Schweiz. Z. 1858, S. 120. — Polyt. Journ., Bd. 150, S. 161. — Polyt. Centr. 1871, S. 500.

[5]) Polyt. Centr. 1864, S. 439.

[6]) Jobard, Bulletin, XXX. 7. — Polyt. Journ., Bd. 128, S. 12. — Brevets 1844, T. 29, p. 102. — Génie ind., T. 11, p. 132; T. 17, p. 281.

[7]) Hartig, Versuche über Leistung u. Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 191.

4) Des **Bohrens** auf der Drehbank ist schon bei der Beschreibung der Bohr(S. 278) gedacht worden.

5) Von Verfertigung der **Schrauben** auf der Drehbank wird bei Gelegenhe der Schraubenschneidmaschinen die Rede sein.

6) Die Drehbank dient auch zu gewissen Bearbeitungen der Metalle, wobei eir drehende Bewegung nöthig ist, ohne daß Theile des Arbeitstückes weggeschnitte werden. Hierher gehört das **Rändeln (Ränderiren)** und das **Drücken** hohle Blecharbeiten.

a) Das **Rändeln** (moletter, *milling*) besteht in dem Eindrücken mannigfache Verzierungen durch Anwendung kleiner Rädchen (**Rändelräder**, **Krausräder**, **Schlagrädchen**, **Moletten**, molettes, *milling wheels*) von gehärtetem Stahle welche auf ihrem Umkreise die angemessenen Vertiefungen oder Erhöhungen enthalten in eine eiserne Gabel (**Rändelgabel**, porte-molette, *milling tool*, *nurling tool thrilling tool*) gefaßt sind und gleich einem Drehstahle auf die Auflage gestützt werden wobei sie durch die Berührung mit dem umlaufenden Arbeitstücke sich von selbst un ihre eigene Achse drehen.

Die krausen Ränder runder Schraubenköpfe, mancherlei verzierte Reifen auf Metallarbeiten, sind auf diese Weise erzeugt; die kleinen Grübchen auf den Fingerhüten werden oft mittelst Rändelrädchen hervorgebracht; beliebig breite verzierte Blechstreifen zu allerlei Zwecken kann man, in Ermangelung anderer Mittel (insbesondere eines Walzwerkes) dadurch erzeugen, daß man einen aus Blech gebogenen und gelötheten Reif auf ein zylindrisches hölzernes Futter steckt, rändelt, dann aufschneidet und geradebiegt. Im größten Maßstabe hat man das Rändeln, **Molettiren**, angewendet zur Verfertignng der vertieften Zeichnungen auf den messingenen oder kupfernen Kattundruckwalzen, wozu eigene **Rändelmaschinen**, **Molettirmaschinen** (Drehbank mit Leitspindel, S. 297, welche auf dem Supporte zuerst den Stahl zum Abdrehen der Walze und dann das Rändelrad trägt[1]) erfunden sind; daneben dient eine andere Maschine (machine à relever) zum Eindrücken des Musters auf den Rändelrädern selbst[2]).

Für die vollkommene Wirkung eines Rändelrades wird vorausgesetzt, daß auf dem Umkreise des Arbeitstückes die Zeichnung des Rades gerade so oft Platz finde, als irgend eine **ganze** Zahl ausdrückt. Da nun die Zeichnung, welche man durch Rändeln hervorbringt, meist aus kleinen, sich wiederholenden Theilen besteht, so wird jene Bedingung fast jedes Mal entweder sogleich erfüllt sein, oder — wenn nicht — durch den Druck des Rades der Umkreis der Arbeit bald sich so verkleinern, daß jenes der Fall ist. Sollte die Zeichnung größere Theile enthalten und der Abdruck nicht rein, sondern doppelt ausfallen, so ist durch ein geringes Abdrehen des Arbeitstückes, um den Umkreis desselben im nöthigen Maße zu verkleinern, leicht Hülfe zu schaffen. — Die Rändelräder werden selbst wieder durch ein dem Rändeln ganz ähnliches Verfahren verfertigt, indem man ein Original-Rad vertieft und verkehrt gravirt, es härtet und dann dieses mittelst einer einfachen Vorrichtung in das noch weiche Rädchen durch Umdrehung eindrückt.

b) Die Darstellung von Gefäßen und vielen anderen hohlen Gegenständen aus Blech durch **Drücken** auf der Drehbank (emboutir au tour, rétreindre, repousse, repoussage sur le tour, *burnishing*, *spinning in the lathe*)[3]) ist eine Arbeit von der größten Wichtigkeit, da fast alle runden und ovalen Gegenstände jener Art sich so weit schneller, schöner und gleichförmiger erzeugen lassen, als durch Anwendung des Hammers. Die **gedrückte Arbeit** (repoussé, *spun work*) hat daher für die Verarbeitung aller Arten von Blech die Hammerarbeit zu bedeutendem Theile verdrängt.

---

[1]) Armengaud, II. 96. — Technolog. Encyklopädie, VIII. 299. — Polyt. Journ., Bd. 164, S. 180. — Schweiz. Z. 1862, S. 11. — Deutsche Gewerbezeitung 1861, II. S. 320.

[2]) Armengaud, II. 235. — Technolog. Encyklopädie, VIII. 296.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II., S. 315. — **Holtzapffel**, I. 395. — Die Kunst des Metalldrückens, von H. F. **Böttger**, Leipzig 1840. — Deutsche Gewerbezeitung 1845, S. 6, 11. — Polyt. Journ., Bd. 96, S. 11. — Berliner Gewerbeblatt, XV. (1845), S. 19. — Mittheilungen, Lief. 2 (1834), S. 118; Lief. 63 (1851), S. 417. — Polyt. Centr., III. (1844), S. 308; 1852, S. 1430. — Brevets 1844, T. 28, p. 229.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht darin, daß auf der Drehbankspindel (welche für ovale Gegenstände mit dem Ovalwerke versehen sein muß) ein **Futter** (mandrin, emprunt) oder vielmehr ein **Modell** von der Gestalt des zu erzeugenden Stückes angebracht, an diesem eine Blechscheibe befestigt und letztere durch den Druck von Polirstählen (**Drückstählen**, outils à repousser) entweder über das Modell herumgelegt (**Aufziehen**), oder in die Vertiefung desselben hineingedrückt wird (**Eindrücken, Drücken** im engeren Sinne). Beide Behandlungsarten werden oft in der Weise mit einander verbunden, daß man z. B. zu einem etwas tiefen schalenartigen Gegenstande das Blech anfänglich über ein konvexes Futter aufzieht, die völlige Tiefe aber erst nachträglich durch Eindrücken in ein konkaves Futter erzeugt. — Die Futter oder Modelle sind von hartem Holze (Weißbuchenholz, Buchsbaumholz, Pockholz), selten von Messing, und müssen aus zwei oder mehreren Theilen zusammengesetzt werden, wenn die Gestalt des Arbeitstückes es mit sich bringt, daß der fertige Gegenstand von einem ganzen Futter nicht losgenommen werden könnte. Die Drückstähle, zu deren Stützung die Auflage der Drehbank, in Verbindung mit einem an passender Stelle in dieselbe eingesetzten Stift, dient, sind wie Drehstähle in Hefte gefaßt, am Ende platt zugerundet oder auf andere entsprechende Weise geformt, dürfen aber keine scharfen Kanten oder Spitzen enthalten. Um das Gleiten des Drückstahles auf dem Bleche zu befördern, taucht man ersteren in Seifenwasser (bei plattirtem Bleche), oder bestreicht das Blech mit Fett (bei Tombak, schwarzem und verzinnten Eisenblech rc.). Stählerne Rädchen oder kleine Walzen nach Art der Rändelräder, aber glatt, müssen öfters die Stelle des Drückstahles vertreten, und können bei Herstellung von Gegenständen, deren Gestalt sehr einfach ist, in einem Support angebracht werden[1]).

Sehr oft kann und muß man beim Aufziehen über konvexe Futter zu Anfang zwei Drückstähle zugleich (mit jeder Hand einen) anwenden und sie auf den entgegengesetzten Flächen des Bleches anlegen, damit dieses keine Falten zieht, indem es sich allmälig den Umrissen des Futters anschmiegt. Diese Wirkung ist der Erfolg zweier vereinter Bewegungen, nämlich der Umdrehung des Arbeitstückes und der nach den Umständen modifizirten Führung der Stähle. Manche Gegenstände erfordern nach einander die Anwendung mehrerer Futter von verschiedener Gestalt. So gelingt es z. B. aus einer ebenen Blechscheibe ein zylindrisches Rohr zu bilden, indem man erstere anfangs über ein stumpf (abgestutzt) konisches Futter zieht, den gebildeten trichterartigen Hohlkörper auf ein zweites, schon weniger verjüngtes Futter bringt u. s. f., bis man zuletzt, nach einem sehr schlank konischen Futter, ein ganz zylindrisches anwenden kann, um die Arbeit zu beschließen. — Je weicher das Blech ist, desto leichter gelingt die Arbeit des Drückens; daher diese bei Zinn und Britannia-Metall, dünnem Kupfer (rothem und plattirtem) und bei feinem Silber mit geringerer Mühe von Statten geht, als bei Messing, Tombak, legirtem Silber, oder gar bei Argentan und (schwarzem oder verzinnten) Eisenblech. Für die Bearbeitung größerer Gegenstände, namentlich von Eisenblech, kann sehr zweckmäßig eine eigens hierzu gebaute **Drückdrehbank** (tour presseur, tour à emboutir, tour à repousser) gebraucht werden, bei welcher der Drückstahl in einem nach allen horizontalen Richtungen beweglichen Supporte befindlich[2]), auch wohl die Spindel vertikal, also die Fläche des eingespannten Bleches horizontal ist, weil diese Stellung größere Kraftanwendung und Bequemlichkeit im Gebrauche des Drückstahles gewährt, welcher letztere hierbei an einem nach allen Richtungen beweglichen Hebel angebracht wird[3]).

Es ist natürlich, daß durch die Umwandlung seiner Form das Blech an gewissen Stellen mehr, an anderen weniger ausgedehnt und dadurch dünner wird. Wird an einer Stelle das Metall zu dünn, so reißt es leicht durch, besonders wenn man nicht die Vorsicht braucht, durch Ausglühen die entstandene Härte und Steifheit zu vertreiben, insofern dies nöthig ist. Bei ziemlich tiefen Gegenständen (namentlich aus Messing-, Argentan-, Silber-, Eisenblech) muß das Ausglühen mehrmals im Laufe der Bearbeitung vorgenommen werden; dagegen ist es natürlich bei Weißblech und bei plattirtem Kupfer un-

[1]) Brevets, LXXV. 355. — Brevets 1844, T. 28, p. 283. — Génie ind. T. 16, p. 242. — Jobard, Bulletin, T. 35, p. 30. — Polyt. Journ., Bd. 151, S. 93. Bd. 192, S. 276. — Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 214.

[2]) Brevets 1844, T. 31, p. 204.

[3]) Brevets, XXXV. 281. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 2, S. 1082. — Polyt. Journ., Bd. 48, S. 45.

anwendbar: bei ersterem wegen des schmelzbaren Zinnüberzuges, bei letzterem aus dem S. 160 angegebenen Grunde. Gegenstände von Messing oder Tombak reißen oder brechen beim Glühen sehr leicht, in Folge der durch das Drücken entstandenen großen Spannung, wenn man nicht die Vorsicht braucht, die Stücke vorher, nachdem sie vom Futter abgenommen sind, am Rande mit einem hölzernen Hammer zu überhämmern, wodurch ihnen jene Spannung großentheils benommen wird. Aus etwas starkem Bleche gedrückte Gegenstände werden oft noch abgedreht, welche Arbeit unmittelbar auf das Drücken folgt, während das Stück noch auf dem Futter oder Modelle sitzt. Sollen die Arbeiten (abgedreht oder nicht) Politur bekommen, so gibt man ihnen diese ebenfalls gleich auf der Drehbank über dem Futter, durch Anhalten eines Polirstahles oder — besser — eines geschliffenen und fein polirten Blutsteines.

2. Drehstuhl (tour d'horloger, tour à l'archet, *turn-bench*, *turn*)[1].

Zur Verfertigung kleiner und feiner gedrehter Arbeiten ist der Drehstuhl dem Uhrmacher und Mechaniker unentbehrlich. Man unterscheidet unter den allgemein angewendeten Drehstühlen zwei Hauptarten, nämlich den Stiften-Drehstuhl und den Docken-Drehstuhl. Das Gemeinschaftliche der Drehstühle, wodurch sie sich von der Drehbank unterscheiden, ist: daß auf denselben die Arbeit eine abwechselnde Umdrehung erhält, welche ihr, wie den Rollenbohrern (S. 272) von Hand mittelst des Drehbogens (archet, archelet) gegeben wird. Nur während die Drehung nach der einen Seite hin gerichtet ist, kann der Drehstahl angreifen und schneiden; in den Zwischenzeiten, wo die umgekehrte Drehung stattfindet, muß er auf der Auflage zurückgezogen, etwas von der Arbeit entfernt werden. Der Arbeiter bewegt mit einer Hand den Drehbogen und führt mit der anderen den Drehstahl. Die Drehstühle haben kein eigenes Gestell, sondern werden beim Gebrauch im Schraubstocke befestigt. Das gewöhnlichste Drehwerkzeug für beide Arten des Drehstuhles ist der Grabstichel, Drehstichel, *graver* (S. 297); viel seltener werden Hakenstähle und andere gebraucht.

a) Der Stiften-Drehstuhl (gemeine Drehstuhl, Drehstuhl ohne weitere Bezeichnung) besteht aus einer vierkantigen eisernen, oberflächlich verstählten (eingesetzten Stange (verge) von 150 bis 300^{mm} oder mehr in der Länge, auf welcher eine feststehende und eine bewegliche Docke (poupée) steht. Die letztere kann der ersteren nach Erforderniß genähert und an dem ihr gegebenen Platze auf der Stange befestigt werden. Beim Gebrauche des Drehstuhles ist die Stange horizontal und die Docken stehen senkrecht. Durch den Kopf oder obersten Theil einer jeden Docke geht ein zylindrischer Stift, welcher in der Durchbohrung des Kopfes verschiebbar und mittelst einer Druckschraube festzustellen ist. Die Achsen beider Stifte fallen in eine und dieselbe gerade Linie, welche zur Stange des Drehstuhles parallel ist. Jeder Stift hat an einem Ende eine genau gedrehte konische Spitze, am andern ein kleines konisches Grübchen. Je nachdem man dieses oder jene zum Einspannen eines Arbeitstückes gebraucht, schiebt man die Stifte so in die Docken, daß die Grübchen oder die Spitzen einwärts gekehrt sind. Ein mehr langes als dickes Arbeitstück wird gewöhnlich zwischen die Spitzen der Stifte eingelegt, wie beim Einspannen zwischen Spitzen auf der Drehbank; nur gewährt der Drehstuhl den Vortheil, daß damit immer zwischen todten Spitzen (S. 294) gedreht wird, weil die Stifte unbeweglich bleiben. Besitzt die Arbeit an ihren Enden Spitzen, so legt man diese zwischen die Grübchen der Stifte. Eine messingene Drehrolle (cuivrot, *ferrule*, *ferril*, *verril)*, welche in der Mitte ein rundes Loch enthält, wird fest auf die Arbeit gesteckt und um dieselbe die Darmsaite des Drehbogens geschlungen. Häufig gebraucht man auch Schraubrollen (cuivrot à vis, *screwferrule)*, welche von Stahl, nach einer durch die Achse gelegten Ebene in zwei Theile zerschnitten und vermittelst zweier Schrauben zusammengehalten sind. Eine solche Rolle kann für Arbeitstücke von etwas verschiedener Dicke mit gleicher Bequemlichkeit gebraucht werden,

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. Artikel: Drehstuhl. — Jahrbücher, IV. 267; V. 46. — Geißler's Uhrmacher, I. 80.

namentlich wenn nicht der zum Einlegen der Saite bestimmte Spurkranz, sondern nur der zum Festklemmen auf dem Arbeitstücke dienende Theil zerschnitten ist[1]). — Scheibenförmige Arbeitstücke werden mittelst eines runden Loches in ihrem Mittelpunkte auf einen Drehstift (arbre, *arbor, turning arbor)* gesteckt, d. h. auf eine schlank konische, an beiden Enden mit Spitzen versehene, stählerne Achse, auf welcher sich die Drehrolle befindet. So bleiben beide Flächen des Arbeitstückes frei und zugänglich; aber dasselbe kann sich manchmal durch den Angriff des Drehstahles losdrehen. Ist dies zu befürchten, so zieht man die sogenannten linken Drehstifte (arbre à vis, arbre à rebours, *screw arbor)* vor, welche nebst der Drehrolle noch eine messingene Scheibe, und zunächst an dieser ein Schraubengewinde zum Aufschrauben (nicht Aufstecken) der Arbeit besitzen. Jenes Gewinde ist ein linkes, damit nicht durch den Widerstand beim Abdrehen die Arbeit los wird und sich abschraubt. Die Scheibe dient der einen Fläche des Arbeitstückes zur Anlehnung. In Fällen, wo das Loch eines Gegenstandes nicht durch ein Schraubengewinde verdorben werden darf, wendet man den linken Drehstift mit Mutter (*screw arbor with nut)* an, bei welchem das Arbeitstück bloß lose aufgesteckt und durch eine vorgelegte Schraubenmutter befestigt wird. Diese Mutter drückt auf einen glatten stählernen Kegel, der über das Gewinde des Drehstiftes aufgeschoben ist und — indem er in das Loch des Gegenstandes eindringt — letzteren zentrirt (d. h. sein Rundlaufen bewirkt). Flache, scheibenförmige Stücke, welche kein Loch im Mittelpunkte enthalten, werden auf einen Drehstift von besonderer Bauart (arbre à cire) mit Siegellack aufgekittet.

Die Auflage des Stiften-Drehstuhles ist auf der Stange zwischen den beiden Docken angebracht, stimmt im Wesentlichen mit der Auflage bei der Drehbank überein und ist einer Verschiebung längs der Stange, einer Verschiebung rechtwinklig gegen dieselbe, einer Hebung und Senkung, endlich einer Drehung um sich selbst fähig.

b) Der Docken-Drehstuhl (dessen Anwendung viel beschränkter ist) gleicht einer kleinen Prisma-Drehbank, indem er eine Spindel besitzt, welche mittelst ihrer Rolle und des Drehbogens in Bewegung gesetzt wird. Die Spindel ist zwischen einer Vorder- und einer Hinterdocke gelagert; eine dritte, auf der Stange verschiebbare Docke, mit einer Spitze, leistet hier die Dienste des Reitstockes. Von der Drehbank ist der Docken-Drehstuhl jedoch in der Stellung verschieden, indem sich die Spindel zur Rechten des Arbeiters befindet. Die Arbeitstücke werden an der Spindel mittelst kleiner hölzerner oder eiserner Futter, zuweilen auch durch Aufkitten u. s. w. befestigt. Die Auflage gleicht in allen Punkten der des Stiften-Drehstuhles. Die Vorderdocke nebst der Spindel kann abgenommen und dann der Drehstuhl mit den beiden übrigen Docken als Stiften-Drehstuhl gebraucht werden.

Tour à plaque nennen die Franzosen einen Dockendrehstuhl mit messingenem Scheibenfutter zum Einspannen flacher Gegenstände (Uhrplatten u. dgl.), welcher im Kleinen das ist, was im Großen die Planscheibendrehbank (S. 300). — Es ist der Versuch gemacht worden, den Dockendrehstuhl dahin abzuändern, daß die hin und her gehende Bewegung des Drehbogens eine stetige (nicht wiederkehrende) Umdrehung der Spindel hervorbringt[2]). Angemessener scheint es jedoch, für diesen Fall den Betrieb mittelst verzahnter Räder oder Schnurscheiben und Handkurbel anzuwenden[3]). Die größten mit dieser letzten Einrichtung versehenen Exemplare stattet man zuweilen mit einem Support aus, indem man sie zugleich bleibend am Werktische befestigt (Universal-Drehstuhl); sie sind dann aber wirkliche kleine Prisma-Drehbänke.

Verschiedene eigenthümlich gebaute Drehstühle, welche für besondere Arbeiten in der Uhrmacherkunst ihre Anwendung finden, müssen hier übergangen werden.

Ovaldrehen. — Das bisher über das Drehen auf der Drehbank und dem Drehstuhle Gesagte gilt von dem Runddrehen. Beim Ovaldrehen ist die Absicht, dem bearbeiteten Gegenstande eine solche Gestalt zu geben, daß alle seine Querschnitte ellip-

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 12 (1837), S. 324. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 417.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 151, S. 172. — Polyt. Centr. 1859, S. 693.
[3]) Brevets 1844, T. 38, p. 70.

tisch sind. Dies erreicht man durch Anwendung einer eigenthümlichen Einspannvorrichtung, welche als eine modifizirte Ausführungsform desjenigen Ellipsenzirkels anzusehen ist, bei welchem zwei Füße des Zirkels auf zwei sich rechtwinklig durchschneidenden Bahnen zu laufen gezwungen sind, wonach der dritte Fuß in der Ebene dieser Bahnen eine Ellipse beschreibt; denkt man sich den Zirkel festgehalten und dafür die Platte bewegt, welche jene beiden Bahnen enthält, so ist hierdurch die relative Bewegung des Zirkels zur Platte nicht geändert. Verbindet man daher das Arbeitstück mit der Platte und ersetzt den dritten Zirkelfuß durch einen Drehstahl, so leuchtet die Möglichkeit ein, diesem Arbeitstück eine elliptische Querschnittsform zu ertheilen. — Die Einspannvorrichtung (das Ovalwerk, ovale, machine à ovale, *oval chuck*)[1]) kann an jeder gewöhnlichen Drehbank angebracht werden, die dann in Beziehung auf diesen Gebrauch den Namen Oval-Drehbank (tour à ovale) erhält. Sie besteht aus einer stark gebauten messingenen oder eisernen Planscheibe, welche auf das vordere Ende der Drehbankspindel aufgeschraubt wird und in ihrer vorderen vertikalen Fläche einen geraden Schieber enthält. Auf dem Mittelpunkte dieses Schiebers wird mittelst gewöhnlicher Futter die Arbeit befestigt. Die Spindel ist (hinter dem Ovalwerke) von einem eisernen, kreisrunden Ringe umgeben, der mittelst zweier Schrauben auf der vorderen Fläche der Vorderdocke befestigt und mehr oder weniger exzentrisch (in Bezug auf die Spindel) gestellt werden kann. Zwei Ansätze des schon erwähnten Schiebers umfassen den Ring an entgegengesetzten Punkten; durch diese Veranstaltung muß der Schieber sich bei jeder Umdrehung ein Mal hin und ein Mal her schieben, um einen Betrag gleich der Exzentrizität des Ringes.

B. Guillochiren (guillocher, *guilloshing*).

Man nennt Guillochirung, guillochirte Arbeit (guillochis, *guilloshed work)* eine eigenthümliche, der Gravirung verwandte Verzierung, welche aus feinen oder starken, in Metallflächen durch eine Grabstichel-Spitze eingeschnittenen Linien besteht, und mittelst Guillochirmaschinen (machine à guillocher, tour à guillocher) hervorgebracht wird[2]).

Wenn man auf der vertikalen Endfläche eines Arbeitstückes, welches sich an der gewöhnlichen Drehbank in Bewegung befindet, einen spitzen Drehstahl unbeweglich anhält, so schneidet der letztere eine Kreislinie ein, deren Mittelpunkt in der Umdrehungsachse, also in der verlängerten Achse der Spindel liegt, und deren Halbmesser verschieden ausfällt, je nachdem die Spitze näher oder weniger nahe an der Umdrehungsachse sich befindet. Mehrere auf solche Weise hervorgebrachte Kreislinien werden natürlich konzentrisch ausfallen müssen, sind also zu einer eigentlichen Verzierung nur sehr unvollkommen geeignet. Ein Schritt weiter geschieht dadurch, daß man Kreise von verschiedener Größe an verschiedenen Stellen außerhalb des Mittelpunktes der Arbeit anbringt; denn durch geschmackvolle Austheilung und Verschlingung solcher Kreise können sehr zierliche Zeichnungen hervorgehen. Für diese Art Arbeit dient der sogenannte Versetzkopf (excentrique, *eccentric chuck*)[3]), eine messingene oder eiserne kreisrunde Scheibe, welche auf dem vorderen Ende der Drehbankspindel gleich einem Futter aufgeschraubt wird und in der Mitte ihrer Fläche einen geraden Schieber enthält, der durch eine Schraube zwischen zwei Leisten mit Falzen bewegt werden kann. Im Mittelpunkte des Schiebers wird mittelst eines gewöhnlichen Futters das Arbeitstück eingespannt. Entspricht der Mittelpunkt des Schiebers durch seine Stellung dem Mittelpunkte der Umdrehung (d. h. der Spindelachse), so läuft die Arbeit rund und der Fall ist von dem vorigen (bei Anwendung der Drehbank ohne Versetzkopf) nicht verschieden. Rückt man aber den Schieber mehr oder weniger aus dem Mittelpunkte der Platte, so geht die Umdrehungsachse durch einen Punkt der Arbeit, welcher außerhalb des Mittelpunktes derselben liegt, und dieser exzentrische Drehungspunkt gibt nun den Mittelpunkt für die Kreislinie an, welche ein angehaltenes spitziges Werkzeug auf

[1]) Geißler's Drechsler, II. 60; III. 2. Abtheil., S. 42. — Hütte, 1866, Taf. 10.
[2]) Geißler's Drechsler, II., III. — Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Guillochiren. — Jahrbücher VIII. 1.
[3]) Karmarsch, Mechanik, S. 110.



der Fläche der Arbeit erzeugt. Kommt endlich noch eine einfache Vorrichtung hinzu, durch welche die Arbeit auf dem Schieber, bei unveränderter Lage des letzteren, um sich selbst gedreht werden kann, so ist es leicht, Kreise an allen beliebigen Stellen der Arbeitsfläche anzubringen. Durch Verbindung des Ovalwerkes mit dem Versetzkopfe erzeugt man mit Ellipsen (Ovalen) das Nämliche, was mittelst des Versetzkopfes allein nur mit Kreisen erzielt werden kann.

Alle diese Verzierungen, so bedeutende Mannigfaltigkeit sie zulassen, werden doch hierin noch von den eigentlichen Guillochirungen übertroffen. Die Maschinen zum Guillochiren sind entweder Drehbänke, welche auch zugleich zum Runddrehen gebraucht werden können (Patronen-Drehbank, tour à rosettes, *rose engine*) oder eigentliche Guillochir-Maschinen, welche bloß zum Guillochiren dienen. Beide stimmen im Wesentlichen mit einander überein. Sie enthalten gleich einer gewöhnlichen Drehbank eine Spindel, welche aber in viel langsamere Umdrehung gesetzt wird, als beim Runddrehen, und einen Support, auf welchem der Grabstichel oder spitzige Drehstahl eingespannt ist, so jedoch, daß er sich für jede neue Linie an eine andere Stelle der Arbeit versetzen läßt. Auf der Spindel sind mehrere messingene oder eiserne (am besten stählerne oder gehärtete) Scheiben mit ausgezacktem oder ausgeschweiften Rande (Patronen, rosettes, *rosetts, movements*) angebracht, welche sich zugleich mit der Spindel selbst umdrehen. Letztere ist sammt ihren beiden Docken zwischen zwei Spitzen am Fuße der Docken wie um eine Achse beweglich; sie kann mithin nach Art eines umgekehrten Pendels hin und her schwingen, und die Ebene dieser Bewegung ist rechtwinklig gegen die Lage der Spindel. Neben der Spindel befindet sich ein stumpfer, abgerundeter und fein polirter stählerner Stift (der Anlauf, Taster, touche, *touch*), der unbeweglich in horizontaler Richtung und in der Höhe der Spindel liegt. Eine Feder oder ein Gewicht zieht die Spindel ununterbrochen nach der Seite des Anlaufes, sodaß sich der Umkreis derjenigen Patrone, welche eben im Gebrauch ist, mit einer gewissen Kraft gegen den Anlauf lehnt. Man sieht hiernach leicht ein, daß die Spindel bei ihrer Umdrehung nicht rund laufen kann, sondern daß sie jedes Mal, wenn eine Hervorragung der Patrone gegen den Anlauf kommt, diesem letzteren ausweichen, dagegen sich ihm nähern muß, wenn eine eingeschnittene oder vertiefte Stelle der Patrone eintritt. Daher muß die von dem Grabstichel auf der Arbeitsfläche eingeschnittene Linie eine verjüngte Kopie von dem Umkreise der Patrone sein, d. h. ein Kreis mit all den Auszackungen und Einbiegungen, welche sich auf der Patrone befinden.

Soll Guillochirung auf der zylindrischen Fläche eines runden Arbeitstückes erzeugt werden, so erleidet die beschriebene Einrichtung einige Abänderung. Die Spindel muß sich dann in feststehenden Lagern bloß rund drehen, dagegen aber die Fähigkeit besitzen, sich in diesen Lagern der Länge nach zu schieben. Die Patronen haben ihre Auszackungen nicht auf dem Rande, sondern an dem äußersten Umkreise der Fläche wo dieselben ähnlich wie Zähne eines Kronrades hervorragen (daher solche Patronen couronnes genannt werden). Anlauf und Gegengewicht oder Feder sind demgemäß angebracht. Der Grabstichel steht rechtwinklig gegen die Spindel und berührt den Umkreis oder die zylindrische Fläche der Arbeit. Dreht sich letztere, so schiebt sie sich auch, der Gestalt der Patrone entsprechend, in der Richtung ihrer Achse hin und her, bewirkt also, daß die eingeschnittenen Linien geschlängelt erscheinen.

Beim Guillochiren auf der ebenen Fläche kann auch das Ovalwerk in Anwendung gesetzt werden, wodurch man, statt gezackter oder ausgeschweifter Kreislinien, dergleichen Ellipsen hervorbringt. — Die oszillirende Bewegung des Spindelgestelles an den Patronen-Drehbänken kann erspart und die Arbeit bedeutend vereinfacht werden, indem man eine dem Ovalwerke (S. 307) gleiche Vorrichtung benutzt, nur statt des glatten Ringes eine ringförmige auf dem äußeren Umkreise beliebig gezackte Patrone anbringt, welche konzentrisch oder exzentrisch (in Beziehung zur Spindel) gestellt werden kann, wodurch im ersteren Falle kreisförmige, im letzteren Falle ovale Guillochirung entsteht. Die Spindel hat also bei dieser Anordnung keine andere Bewegung als die Achsendrehung, und das mittelst des Ovalwerkes mit ihr verbundene Arbeitstück empfängt die von dem Umrisse der

(unbeweglichen) Patrone geforderten kleinen Schiebungen[1]). — Eigentliche Guillochir-Maschinen baut man zuweilen mit vertikaler Spindel, also horizontal liegenden Patronen[2]).

In den bisher besprochenen Fällen sind die Linien der Guillochirung solche, welche in sich selbst zurückkehren. Man wendet diese Art gewöhnlich auf den Uhrgehäusen, aber auch sonst am häufigsten an. Für Gegenstände von eckiger Gestalt (wie Dosen u. dgl.) wählt man dagegen häufig eine Guillochirung, deren Linien auf gewisse Längen in derselben Richtung sich erstrecken, dabei aber verschiedentlich geschlängelt oder gezackt sind. Es ergibt sich von selbst, daß hierbei an die Stelle der Drehung des Arbeitstückes eine geradlinige Bewegung desselben treten muß. Die Einrichtung hierzu läßt sich mit der gewöhnlichen Guillochir-Maschine verbinden, wenn man die Spindel, statt das Arbeitstück unmittelbar an derselben zu befestigen, am vorderen Ende mit einem feingezahnten Rade verbindet, welches in eine senkrecht stehende Zahnstange eingreift und mit dieser die Arbeit in gerader Richtung auf und nieder bewegt, zu welchem Behufe die Umdrehung der Spindel abwechselnd nach einer und der anderen Seite stattfinden muß. Hätte das Arbeitstück keine andere Bewegung als die Hebung und Senkung, so würde der feststehende Grabstichel nur gerade Linien einschneiden. Indem aber die Spindel, während sie sich dreht, durch die Wirkung der Patronen und des Anlaufes zugleich seitwärts oszillirt, theilt sie diese zweite Bewegung ebenfalls und unverändert dem Arbeitstücke mit, wodurch die Linien, statt gerade, geschlängelt ausfallen müssen.

Man bedient sich zu geraden Guillochirungen auch einer eigenen Maschine (Quarré-Maschine, machine carrée), welche ausschließlich hierzu bestimmt ist. Die Patronen sind hierbei geradlinig und stehen senkrecht; ihre Gestalt ist die eines willkürlich ausgezackten Lineales, gegen welches der Anlauf sich durch den Zug eines Gewichtes oder den Druck einer Feder anlehnt. Das Arbeitstück hat, nebst dem Anlaufe, eine senkrecht auf und nieder gehende Bewegung mittelst eines Schiebers, auf welchem es sich befindet; zugleich muß es aber auch einer Drehung um sich selbst fähig sein, damit man Linien nach allen Richtungen darauf ziehen kann. Daß und wie die unbewegliche Patrone mittelst des Anlaufes die seitwärts gerichteten Ausweichungen oder Oszillationen des Arbeitstückes hervorbringen müsse, ergibt sich von selbst, wenn noch angeführt wird, daß auf dem Vertikal-Schieber, durch dessen Bewegung die Arbeit auf und nieder geht, zunächst ein Horizontal-Schieber (um jene Oszillationen zu gestatten) angebracht und auf diesem erst das Arbeitstück eingespannt ist.

XV. Mittel zur Verfertigung der Schrauben[3]).

Bei der Mannigfaltigkeit und Wichtigkeit der Schrauben ist es unerläßlich, einige einleitende Bemerkungen über mehrere, die Beschaffenheit und den Gebrauch der Schrauben betreffende Punkte vorauszuschicken.

1) Die Schraube (vis, *screw)*, deren geometrische und kinematische Eigenschaften hier als bekannt vorauszusetzen sind, besteht aus zwei Theilen, welche in der Anwendung stets zusammenwirken müssen, nämlich der Schraubenspindel (Spindel, auswendige Schraube, Massivschraube, vis, *screw)*, und der Schraubenmutter) Mutterschraube, Mutter, inwendige Schraube, Hohlschraube, écrou, *female screw, inside screw, nut, screw-nut)*. Man nennt die Erhöhungen und Vertiefungen der Schraube, am gewöhnlichsten aber nur die ersteren, welche bei der Spindel auf der äußeren Fläche eines Zylinders, bei der Mutter im Innern einer zylindrischen Höhlung herumgelegt erscheinen, Gewinde oder Schraubengewinde (filet, *worm)*, und jeden einzelnen Umgang des Gewindes einen Gang, Schraubengang, Gewindgang (pas, *thread)*, wonach es zu verstehen ist, wenn man von den hohen und den vertieften Gängen spricht. Den Winkel, welchen die schrauben-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 67, S. 175.
[2]) Brevets, LX. 328.
[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII. Artikel: Schrauben. — Werkzeugsammlung, S. 91. — Jahrbücher, IV. 363. — Karmarsch, Mechanik, S. 89. — Art du Serrurier, par Hoyau, p. 6, 10. — Holzapffel, II. 577.

gangförmige Leitlinie mit einer gegen die Achse der Schraube rechtwinkligen Ebene bildet, nennt man den **Neigungswinkel** oder **Steigungswinkel**. Unter **Ganghöhe** des Gewindes (pas, *pitch*) versteht man die Entfernung zwischen Anfang und Ende eines einzelnen Ganges, gemessen in der Richtung der Achse; mit anderen Worten: diejenige lineare Größe, um welche das Gewinde auf einem vollen Umgange längs der Schraube fortrückt. Die **Gangbreite**, d. h. die körperliche Stärke des hohen Ganges ist sehr oft von der Ganghöhe verschieden, da sie den vertieften Gang nicht mit begreift und bei vielen Schrauben der vertiefte Gang eine solche Gestalt hat, daß die hohen Gänge nicht unmittelbar an einander grenzen. Den zylindrischen Körper, welcher übrig bleiben würde, wenn man von der Schraubenspindel die hohen Gänge vollständig wegnähme, nennt man den **Kern** (noyau) der Schraube. **Tiefe** des Gewindes ist die Differenz zwischen dem Halbmesser des Kernes und dem Halbmesser der Schraube mit Gewinde.

Von einer guten Schraube müssen folgende Forderungen erfüllt werden: a) die Gänge des Gewindes müssen von einer dem Zwecke und dem Durchmesser der Schraube angemessenen Steigung und Stärke sein; b) die Steigung des Gewindes muß in allen Theilen desselben ganz gleich sein; c) die Spindel sowohl als die Höhlung der Mutter muß eine genau kreiszylindrische Gestalt haben; d) das Gewinde muß glatt und rein ausgearbeitet sein, um keine unnöthige Reibung bei der Bewegung zu veranlassen; e) die Spindel muß genau in die Mutter passen, ohne sich zu klemmen oder zu schlottern, zu welchem Behufe es nothwendig ist, daß der Durchmesser des Kernes gleich sei dem Durchmesser der Mutter an dem inneren Rande der Gänge.

2) Bei der Anwendung der Schraube wird bald die Spindel bald die Mutter in drehende Bewegung gesetzt. Die unmittelbare Folge der Drehung ist ein geradliniges Fortschreiten in der Richtung der Achse, welches für jede ganze Umdrehung so viel beträgt wie die Ganghöhe des Gewindes. Uebrigens sind beide Bewegungen (Drehung und Fortschreitung oder Rotation und geradlinige Translation, zusammen die **Schraubenbewegung** bildend) insofern von einander unabhängig, als sie eben sowohl vereinigt an der Spindel oder an der Mutter, wie auch getrennt (d. h. die Drehung an der Spindel, das Fortschreiten an der Mutter, oder umgekehrt) vorkommen.

Ist demnach die Mutter unbeweglich, so erfolgt durch die Drehung der Spindel zugleich an dieser letzteren selbst das Fortschreiten. Macht man die Spindel fest, so schreitet die Mutter, wenn sie umgedreht wird, zugleich fort. Kann nach den getroffenen Einrichtungen die Spindel sich nur am Platze drehen, so bewirkt sie durch ihre Umdrehung eine Schiebung der Mutter, sofern dieser die Umdrehung verwehrt ist. Dreht sich endlich die Mutter ohne ihren Ort verlassen zu können, so entsteht die Schiebung an der Spindel, welche zu diesem Ende verhindert sein muß, sich zu drehen. — Werden Spindel und Mutter gleichzeitig gedreht, während die Mutter am Platze zu bleiben genöthigt ist, so ist die entstehende Schiebung der Spindel entsprechend der Differenz beider Drehungsgeschwindigkeiten, sofern die Richtung der Drehungen identisch ist (**Differenzial-Schraube**), — oder der Summe der Geschwindigkeiten, wenn die Drehungsrichtungen einander entgegengesetzt sind.

Die Umdrehung der Schraubenspindeln wird bewerkstelligt: a) Unmittelbar mit der Hand, in welchem Falle die Schraube mit einem gerändelten scheibenförmigen, oder mit einem flachen, lappenartigen Kopfe (**Flügelschraube**, vis ailée) versehen wird. Diese Methode ist nur bei kleinen Schrauben, deren Bewegung wenig Kraft erfordert, sehr oft vorgenommen werden muß, aber niemals lange dauert, zweckmäßig. b) Mittelst eines durch den kugelförmigen oder zylindrischen Kopf der Schraube gesteckten Hebels (wie im Kleinen bei den Schraubstöcken, im Großen bei den Spindeln an Pressen u. dgl.). Dieser Hebel ist entweder bleibend mit der Schraube verbunden, oder wird erst jedes Mal, wenn es nöthig ist, eingesteckt: Ersteres ist natürlich der Fall, wo das Auf- und Zuschrauben sehr oft geschehen muß und der Hebel nicht eben im Wege steht (z. B. am Schraubstock); letzteres geschieht bei nicht zu großen Schrauben dadurch, daß man den Kopf quer durchbohrt und als Hebel einen Stift oder starken Eisendraht anwendet. Bei Preßschrauben wird die Schraube statt des Kopfes mit einer aus mehreren Eisenstäben gebildeten Laterne versehen, und der Hebel (eine eiserne oder hölzerne Stange) wird zwischen diese Stäbe eingeschoben. c) Mittelst einer Kurbel, bei Schrauben, welche nicht zu dick sind und eine große Anzahl von Umdrehungen nach einander machen müssen. d) Mit einem **Schraubenzieher**, zu welchem Behufe der Kopf auf seiner Endfläche einen mit der Säge oder Feile

gemachten Einschnitt *(nick)* erhält. Die Köpfe der Schrauben, welche mit Schraubenziehern umgedreht werden, sind theils von der Gestalt eines Kugelabschnittes (runder Schraubenkopf, tête de vis en goutte de suif), theils zylindrisch, theils kegelförmig (gegen die Schraube hin verjüngt). Köpfe der zweiten Art werden oft, jene der dritten Art immer, in dazu angebrachte Versenkungen eingelassen (versenkte Schrauben, vis noyée, vis perdue, *sunk screw*). e) Mittelst eines Schraubenschlüssels, wozu die Köpfe der Schrauben viereckig, sechseckig, achteckig, oder rund mit einem quer durchgehenden Loche, gestaltet werden. f) Durch Räderwerk, ein Fall, der bei Maschinen häufig vorkommt.

Schraubenmuttern werden entweder aus freier Hand oder mittelst der schon erwähnten Schraubenschlüssel umgedreht. Im ersteren Falle sind sie rund und auf dem Umkreise gerändelt, oder mit zwei flachen Ansätzen oder Lappen versehen (Flügelmutter, écrou à oreilles, écrou ailé). Im zweiten Falle macht man sie fast immer vier-, sechs- oder achteckig, auch wohl rund mit zwei einander gegenüberstehenden Abplattungen; selten scheibenförmig mit zwei Löchern zum Einsetzen entsprechender am Schraubenschlüssel befindlicher Stifte (wie z. B. am Kopfe der gewöhnlichen Zirkel in Reißzeugen). Auch kann den Schraubenmuttern eine solche Form gegeben werden, daß die Anwendung eines gewöhnlichen Schraubenziehers möglich ist. Bei Maschinen kommen zuweilen Schraubenmuttern vor, welche durch verzahnte Räder in Umdrehung gesetzt werden.

3) Die Schrauben sind hinsichtlich der Gestalt ihres Gewindes verschieden. Man unterscheidet a) scharfe, dreieckige Gewinde (filet triangulaire, *angular thread, triangular thread*), bei welchen der Querschnitt des Ganges ein gleichschenkliges Dreieck darstellt; b) runde Gewinde (filet arrondi, *round thread*), wo der äußere Winkel oder die Kante des dreieckigen Ganges abgerundet, auch wohl ein Halbkreis als Gangquerschnitt angewendet ist; c) flache Gewinde (filet carré, *square thread*), Durchschnitt ein Rechteck. Bei letzteren muß die Tiefe der Gänge wenigstens der Breite gleich sein (Querschnitt quadratisch); meistentheils macht man die Tiefe um ein Achtel bis ein Viertel größer als die Breite, um ein tieferes gegenseitiges Eingreifen der Spindel und des Muttergewindes zu bewirken. — Dreieckige Gewinde sind die gewöhnlichsten, namentlich für Schrauben, deren Durchmesser nicht über 20mm beträgt. Runde Gewinde wendet man (obwohl sie weniger schön sind) zuweilen da an, wo eine Schraube sehr viel bewegt werden muß, und also zu fürchten ist, daß scharfe Gänge in die Mutter einschneiden und sie schnell abnutzen würden. In gleicher Rücksicht macht man wohl auch ausnahmsweise und nur bei dicken Schrauben die Gänge in der Mutter scharf, jene der Spindel aber dreieckig mit abgeplatteter Spitze (also trapezförmig). Eine besondere Art der Schrauben mit scharfem Gewinde sind die eisernen und messingenen Holzschrauben (vis à bois, clous à vis, *wood-screws*), bei welchen die Gänge sehr dünn, sehr tief und scharfrandig, aber weit auseinander liegend sein müssen, damit sie im Holze, wo ein glattes rundes Loch vorgebohrt ist, sich selbst beim Einschrauben ihre Muttergänge schneiden, zugleich aber so viel Holz stehen lassen, daß nicht leicht ein Ausreißen desselben stattfindet. Solche Schrauben sind auch konisch (nämlich vom Kopfe nach der Spitze zu ein wenig verjüngt), um das Einschneiden in's Holz zu erleichtern; ja man hat versucht, sie zuzuspitzen und bis an die Spitze hin mit Gewindgängen zu versehen, wodurch das Vorbohren eines Loches zum Einschrauben erspart werden sollte[1]). Schrauben mit flachen Gewinden gebraucht man nur in Fällen, wo ein großer Widerstand auf die Gänge wirkt; so bei den Schraubstöcken, Pressen u. s. w. Auf Schrauben von weniger als 20mm Durchmesser findet man flache Gewinde selten; dagegen werden fast alle (metallenen) Schrauben, welche über 25mm dick sind, mit flachen Gewinden versehen.

Bei den scharfen Gewinden (ausgenommen jedoch jene der Holzschrauben) stoßen die hohen Gänge mit ihren Grundflächen an einander, und es ist somit die ganze Zylinderfläche des Kernes als Anhaftungsfläche des Gewindes benutzt, während an der flachen Schraube die hohen Gänge durch einen gleich breiten vertieften Gang getrennt sind, also nur die halbe Zylinderfläche des Kernes mit dem Gewinde zusammenhängt; daher sind scharfe Gewinde mit größerer Festigkeit insofern begabt, als sie unter großem Drucke

[1]) Brevets, 1844, T. 12, p. 234.

weniger leicht von dem Kerne abgeschoben werden. Gleichwohl zieht man gerade für die Fälle eines starken Druckes die flachen Gewinde gewöhnlich vor, weil die scharfen wegen der schrägen Lage ihrer Seitenfläche sich in der Mutter gleichsam einkeilen und dadurch eine schnellere Abnutzung herbeiführen. Die Vortheile beider Arten werden vereinigt, wenn man das Gewinde ungleichseitig-dreieckig macht, dabei die der Druckwirkung ausgesetzte Seite des Dreieckes rechtwinklig zur Schraubenachse stellt, und auf diese Weise nicht nur dem Einkeilen begegnet, sondern zugleich die möglich größte Anhaftungsfläche des Gewindes auf dem Kerne beibehält, wie sie an den gewöhnlichen dreieckigen Gewinden vorhanden ist. Die Stellschrauben großer Walzwerke pflegt man mit solchen Gewinden zu versehen; desgleichen am Drehbank-Support diejenige Schraube, durch welche der Drehstahl gegen die Arbeit gedrückt wird. Daß aber dieser Kunstgriff seine Anwendbarkeit verliert, wenn die Schraube vermöge ihrer Bestimmung wechselweise dem Drucke in entgegengesetzten Längenrichtungen unterworfen ist, erscheint ohne Weiteres klar.

Das gleichschenklige Dreieck der gewöhnlichen scharfen Schraubengänge hat in der Regel die Grundlinie (welche auf dem Kerne sitzt) gleich der Höhe, also gleich der Gewindetiefe. Der Kantenwinkel des Ganges ist unter dieser Voraussetzung nahe 53°; er schwankt jedoch zwischen 50 und 60°, wonach im letzten Falle das Dreieck ein gleichseitiges wird. Ein Gewinde mit spitzerem Winkel sieht schöner aus, allein es nutzt sich — durch das Einschneiden der Spindelgänge in die Mutter bei Seitendruck leichter ab. Für grobe, bedeutenden Widerständen ausgesetzte Schrauben wählt man daher vorzugsweise einen etwas größeren Kantenwinkel (entsprechend einer geringern Tiefe des Gewindes).

An der scharfen Schraube ist das Maß der Ganghöhe (S. 311) gegeben durch den Abstand der Randkante eines Ganges von der Randkante des nächstliegenden Ganges, d. h. Ganghöhe und Gangbreite sind identisch; an der flachen Schraube dagegen ist die Steigung gleich der Summe aus der Breite eines hohen und eines vertieften Ganges, die Gangbreite also die Hälfte von der Ganghöhe. Diese Bemerkung bezieht sich nicht auf die mehrfachen Gewinde (s. unten).

4) Unter Feinheit *(rate)* einer Schraube versteht man das Verhältniß der Höhe oder der Breite ihrer Gänge zu einer gegebenen Länge der Schraube. Man drückt dies bei großen Schrauben durch das Maß des Ganges oder der Steigung aus; bei kleinen oder feinen Schrauben dadurch, daß man angibt, wie viele Gänge z. B. auf 1 Centimeter Länge enthalten sind. Die zahlreichen Anwendungen der Schrauben machen sehr viele Abstufungen der Feinheit nothwendig, sodaß z. B. auf der einen Seite große Preßschrauben mit einer Ganghöhe von 40 bis 50mm vorkommen, auf der anderen Seite zarte Schräubchen mit 30, 40 und sogar noch mehr Gängen auf 1 Centimeter.

Wenige besondere Fälle abgerechnet (wo eigenthümliche Zwecke Ausnahmen veranlassen), muß jederzeit die Steigung des Gewindes wenigstens annähernd in einem gewissen Verhältnisse zum Durchmesser der Schraube stehen. Bei Schrauben mit (einfachem) flachem Gewinde macht man den Durchmesser der Spindel (immer mit Einschluß der hohen Gänge verstanden) $3\frac{1}{2}$ bis 4 Mal so groß als die Steigung, wonach die Breite des hohen Ganges $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ des Durchmessers ist. Sehr selten geht man über jene Grenzen hinaus, und zwar höchstens bis zu dem Verhältnisse $1 : 3\frac{1}{3}$ einerseits oder $1 : 4\frac{1}{2}$ andererseits. Nur an Bolzen, die zum Festhalten bestimmt sind, muß man die Gewinde feiner machen. Als eine zweckmäßige praktische Regel kann hier die Vorschrift gelten, wonach zum 11. Theile des Durchmessers 2mm hinzugefügt werden, um die Steigung zu erhalten: letztere beträgt demzufolge für Bolzen von 25mm Dicke $\frac{25}{11} + 2 = 4{,}3^{mm}$; für solche von 75mm $\frac{75}{11} + 2 = 8{,}8^{mm}$, also im ersteren Falle wenig über ein Sechstel, im letzteren zwischen ein Neuntel und ein Achtel vom Durchmesser. — Schrauben mit gewöhnlichen scharfen Gewinden bieten hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Steigung und Durchmesser weit mehr Mannigfaltigkeit dar. Abgesehen von den Fällen, wo beim Einschneiden von Gewinden an allerlei Geräthen (um Deckel u. dgl. aufzuschrauben) die Umstände meist nöthigen, bei großem Durchmesser ein feines Gewinde anzuwenden, gilt im Allgemeinen die Regel: daß zwar das Gewinde desto feiner zu machen sei, je kleiner der Durchmesser der Schraube ist, jedoch zur Ganghöhe ein desto größerer Theil des Durchmessers genommen werde, je geringer der letztere ist. Englische Maschinenfabriken haben folgende Skale für guß- und schmiedeiserne Schrauben angenommen, wobei zu bemerken ist, daß 1 engl. Zoll = 25,4mm.

Durchmesser der Schrauben	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Zoll Länge	Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser	Durchmesser der Schrauben	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Zoll Länge	Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser
$\frac{3}{16}$ Zoll	24	1 : $4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$ Zoll	4	1 : 9
$\frac{1}{4}$ "	20	1 : 5	$2\frac{1}{2}$ "	4	1 : 10
$\frac{5}{16}$ "	18	1 : $5\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{4}$ "	$3\frac{1}{2}$	1 : $9\frac{5}{8}$
$\frac{3}{8}$ "	16	1 : 6	3 "	$3\frac{1}{2}$	1 : $10\frac{1}{2}$
$\frac{7}{16}$ "	14	1 : $6\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$ "	$3\frac{1}{4}$	1 : $10\frac{9}{16}$
$\frac{1}{2}$ "	12	1 : 6	$3\frac{1}{2}$ "	$3\frac{1}{4}$	1 : $11\frac{3}{8}$
$\frac{5}{8}$ "	11	1 : $6\frac{7}{8}$	$3\frac{3}{4}$ "	3	1 : $11\frac{1}{4}$
$\frac{3}{4}$ "	10	1 : $7\frac{1}{2}$	4 "	3	1 : 12
$\frac{7}{8}$ "	9	1 : $7\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{4}$ "	$2\frac{7}{8}$	1 : $12\frac{7}{32}$
1 "	8	1 : 8	$4\frac{1}{2}$ "	$2\frac{7}{8}$	1 : $12\frac{15}{16}$
$1\frac{1}{8}$ "	7	1 : $7\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$ "	$2\frac{3}{4}$	1 : $13\frac{1}{16}$
$1\frac{1}{4}$ "	7	1 : $8\frac{3}{4}$	5 "	$2\frac{3}{4}$	1 : $13\frac{3}{4}$
$1\frac{3}{8}$ "	6	1 : $8\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{4}$ "	$2\frac{5}{8}$	1 : $13\frac{25}{32}$
$1\frac{1}{2}$ "	6	1 : 9	$5\frac{1}{2}$ "	$2\frac{5}{8}$	1 : $14\frac{7}{16}$
$1\frac{5}{8}$ "	5	1 : $8\frac{1}{8}$	$5\frac{3}{4}$ "	$2\frac{1}{2}$	1 : $14\frac{3}{8}$
$1\frac{3}{4}$ "	5	1 : $8\frac{3}{4}$	6 "	$2\frac{1}{2}$	1 : 15
$1\frac{7}{8}$ "	$4\frac{1}{2}$	1 : $8\frac{7}{16}$			
2 "	$4\frac{1}{2}$	1 : 9			

Eine ziemlich zu demselben Resultate führende Regel besteht darin, den Durchmesser der Schraube mit 0,08 zu multipliziren, zum Produkt 1 mm zu addiren und die Summe als das Maß der Steigung anzunehmen. Hiernach bekommt man beispielsweise für Schrauben vom

Durchmesser	Ganghöhe
5 mm	(0,4 + 1) = 1,4 mm
10 "	(0,8 + 1) = 1,8 "
20 "	(1,6 + 1) = 2,6 "
30 "	(2,4 + 1) = 3,4 "
50 "	(4,0 + 1) = 5,0 "
75 "	(6,0 + 1) = 7,0 "
100 "	(8,0 + 1) = 9,0 "
125 "	(10,0 + 1) = 11,0 "
150 "	(12,0 + 1) = 13,0 "

Für Schrauben unter 20 mm Durchmesser fallen hiernach die Gewinde etwas grob aus. Dies ist vermieden bei dem von Bodmer aufgestellten Systeme, welches vorschreibt:

bei Schrauben vom Durchmesser	Gänge auf 25 mm Länge	Ganghöhe Millim.
3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$ mm	50	0,5
5, $5\frac{1}{2}$, 6 "	30	0,83
$6\frac{1}{2}$, 7, 8 "	25	1
9, 10, 11 "	20	1,25
12, 13 "	17	1,47
14, 15 "	$14\frac{1}{2}$	1,72
16, 18 "	$12\frac{1}{2}$	2
20, 22 "	10	2,5
24, 26 "	9	2,78
28, 30 "	8	3,33
32, 34 "	7	3,57
38, 42 "	6	4,16
46, 50 "	5	5

Erheblich abweichend hiervon und schwankend ergab sich aus der Untersuchung einer großen Anzahl guter und schöner (theils schmiedeiserner, theils stählerner) Schrauben aus deutschen Werkstätten das nachstehende Resultat:

Durchmesser Millim.	Gänge auf 1 Centim.	Durchmesser Millim.	Gänge auf 1 Centim.	Durchmesser Millim.	Gänge auf 1 Centim.
1,5	26 bis 32	6	10 bis 13	18	4 bis 5
2,25	17 „ 24	9	8 „ 11	21	3 „ 4
3	15 „ 20	12	6 „ 8	24	$3^1/_3$
4,5	12 „ 14	15	5 „ 7		

Empfehlenswerth und für die gewöhnlichen Fälle genügend, sofern nicht Schrauben von mehr als 10 mm Durchmesser erfordert werden, ist nachverzeichnetes Sortiment, welches 5 Abstufungen der Dicke und für jede Dicke zweierlei Gewinde (das eine doppelt so fein als das andere) enthält:

Durchmesser Millim.	Gänge auf 1 Centim.	Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser	Gänge auf 1 Centim.	Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser
4	12	1 : 4,8	24	1 : 9,6
5	10	1 : 5	20	1 : 10
6	9	1 : 5,4	18	1 : 10,8
8	8	1 : 6,4	16	1 : 12,8
10	6	1 : 6	12	1 : 12

Für die Verschraubungen an schmiedeisernen Gasröhren hat man in England folgende Verhältnisse eingeführt, wonach die Gewinde feiner, als nach obiger Tabelle für den Maschinenbau (S. 315), ausfallen:

Innere Durchmesser der Röhren	Zoll	$^1/_8$	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2
Aeußere Durchmesser der Röhren und Schraubengewinde . . .	„	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^{13}/_{16}$	$1^1/_{32}$	$1^5/_{16}$	$1^9/_{16}$	$1^{13}/_{16}$	$1^{31}/_{32}$	$2^3/_8$
Tiefe des Schraubenganges	„	$^1/_{32}$	$^1/_{32}$	$^1/_{32}$	$^1/_{24}$	$^1/_{24}$	$^1/_{16}$	$^1/_{16}$	$^1/_{16}$	$^1/_{16}$	$^1/_{16}$
Anzahl der Gänge auf 1 Zoll engl. . .	„	28	19	19	14	14	11	11	11	11	11

An messingenen Gasröhren von $^3/_8$, $^1/_2$, $^5/_8$ und $^3/_4$ Zoll inneren Durchmessers findet man übereinstimmend 26 Gewindgänge auf 1 Zoll und eine Gangtiefe von $^1/_{32}$ Zoll.

Die eisernen Holzschrauben mit weit aus einander liegenden scharfen Gewinden zeigen folgende, sehr von allen vorstehenden abweichende Verhältnisse, nach Messungen an ausgezeichnet schönen Exemplaren:

Durchmesser Millim.	Anzahl der Gänge auf 1 Centim.	Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser	Tiefe der Gänge, Millim.	Verhältniß der Gewindtiefe zum Durchmesser	Verhältniß der Gewindtiefe zur Steigung
11	2,5	1 : 2,75	1,95	1 : 5,64	1 : 2,05
5,75	4,8	1 : 2,76	1,25	1 : 4,60	1 : 1,67
4,25	6	1 : 2,55	1,00	1 : 4,25	1 : 1,67
2	10,8	1 : 2,16	0,50	1 : 4,00	1 : 1,85

Von dem Verhältnisse der Ganghöhe zum Durchmesser ist der Neigungswinkel des Gewindes abhängig. Dieser fällt demnach — da die Ganghöhe in der Tiefe des Gewindes (d. h. auf einem Umkreise von kleinerem Durchmesser) unverändert bleibt — in den näher am oder weiter vom Mittelpunkte liegenden Stellen des Gewindeganges ver-

schieden aus. Auf dem äußersten Rande der Gänge beträgt er, wenn die Steigung im Durchmesser enthalten ist:

2 Mal	4 Mal	5 Mal	6 Mal	8 Mal	10 Mal	12 Mal	15 Mal
6° 3′ —	4° 33′ —	3° 39′ —	3° 2′ —	2° 17′ —	1° 50′ —	1° 31′ —	1° 13′

5) Man unterscheidet die Schrauben nach der Richtung, in welcher das Gewinde um die Spindel läuft, in rechte (vis filetée à droite, *right-hand screw*, *right-handed-screw)* und linke (vis filetée à gauche, *left-hand screw*, *left-handed screw)*. Die ersteren müssen beim Einschrauben in die zugehörige Mutter in der Bewegungsrichtung der Uhrzeiger gedreht werden, die letzteren entgegengesetzt. Rechte Schrauben (rechte Gewinde) sind die allgemein gewöhnlichen; linke kommen nur als Ausnahmen vor.

Die wenigen Fälle, wo man von linken Schrauben Gebrauch macht, sind fast ohne Ausnahme von solcher Art, daß eine rechte Schraube unanwendbar wäre, weil sie sich durch einen auf sie wirkenden Widerstand gegen die Absicht losdrehen würde (Beisp. die linken Drehstifte, S. 307; das Gewinde, mittelst dessen beim Flachsspinnrade die Schnurrolle (der sogenannte Würtel) und bei den Water-Spinnmaschinen der Flügel auf die Spindel geschraubt wird; die Muttern an der linken Seite der Kutschen-Achsen, ꝛc.).

Man kann ein rechtes und ein linkes Gewinde auf verschiedenen Stellen einer Spindel dazu anwenden, zwei Bestandtheile einer Maschine ꝛc. nach entgegengesetzten Richtungen zugleich in Bewegung zu setzen, indem die Spindel umgedreht wird; davon hat man z. B. bei Zirkeln Gebrauch gemacht. Bei gewissen englischen Korkziehern ist eine linke Schraube in Verbindung mit einer rechten zu dem Behufe angewendet, daß man durch ununterbrochene Drehung nach derselben Richtung zuerst den Wurm des Korkziehers in den Kork hinein und dann den Kork aus dem Flaschenhalse heraus schaffen kann. — Wird auf einer Schraubenspindel nebst dem vertieften Gange eines rechten Gewindes auch (diesen durchkreuzend) der vertiefte Gang eines linken Gewindes eingeschnitten, so sind auf einer solchen recht-linken Schraube eine rechte Mutter und eine linke gleich gut zu gebrauchen[1]). Es ist von diesem Prinzipe eine schöne Anwendung gemacht worden zum Mechanismus des Steuerruders auf Schiffen. Die recht-linke Schraubenspindel liegt dabei horizontal, nur der Achsendrehung fähig, ohne ihren Platz verlassen zu können. An ihr befindet sich das Stellrad, welches durch den Steuermann nach Erforderniß rechts oder links umgedreht wird. An der Schraube sind ferner zwei halbe Muttern angebracht (die eine links, die andere rechts) welche in Führungen längs der Spindel sich schieben, aber keine andere Bewegung machen können. Die eine enthält ein rechtes, die andere ein linkes Gewinde von gleicher Steigung. Bei einer Drehung der Spindel schieben sich demnach die Muttern nach entgegengesetzten Richtungen. Hierdurch wirken sie mittelst Zugstangen auf die Enden eines horizontalen zwei- und gleicharmigen (wagebalkenartigen) Hebels, in dessen Drehpunkt die Wendungsachse des Steuerruders senkrecht hinabgeht, sodaß das Ruder die beabsichtigte Drehung nach der einen oder andern Seite empfängt. Bei Vorspinnmaschinen für Baumwolle und bei einer (diesen nachgebildeten) Spinnmaschine für Kautabak dient eine recht-linke Schraubenspindel zur Bewegung des Fadenführers, welcher den Faden auf die Aufwindespule leitet; dieser Fadenführer ist nämlich mit einem in den vertieften Schraubengang eingreifenden Stifte versehen, wird hierdurch bei Umdrehung der Schraube längs derselben fortgetrieben, kehrt aber von selber um, wenn am Ende der Schraube der Stift aus dem rechten Gewinde in das linke, oder aus dem linken in das rechte, geräth.

6) Bei den gewöhnlichen Schrauben gehören alle Gänge einem und demselben Gewinde an, d. h. sie sind sämmtlich Theile einer einzigen körperlichen Schraubenlinie. Solche Schrauben heißen einfache (vis à pas simple, *single-thread screw)*. Denkt man sich die Gänge einer einfachen Schraube weit auseinander liegend, und zwischen dieselben noch ein anderes, von dem ersten ganz unabhängiges Gewinde hineingelegt, so entsteht eine zweifache, doppelte Schraube (doppeltes Gewinde, vis à deux filets, vis à double pas, *double thread)*, bei welcher in der Aufeinanderfolge der Gänge abwechselnd einer dem ersten und einer dem zweiten Gewinde angehört. Aehnlich entstehen dreifache Gewinde (vis à trois filets, vis à triple pas, *triple thread)*, vierfache ꝛc., überhaupt mehrfache Schrauben oder Gewinde (vis à plusieurs filets, *multiplex thread)*.

[1]) Jahrbücher, V. 204.

Eine mehrfache Schraube (die natürlich wieder rechts oder links sein kann) unterscheidet sich im Ansehen dadurch, daß ihre Gänge stärker geneigt sind (stärker steigen) als die einer einfachen Schraube mit gleich breiten Gängen. Ein geübtes Auge erkennt schon hieran die doppelten Gewinde, weit leichter noch die drei- und mehrfachen. Um die Zahl der Gewinde mit Sicherheit zu ermitteln, kann man 1) die Anfänge derselben aufsuchen und zählen; oder 2) in einem beliebigen vertieften Gange einen Faden herumlegen, wobei die Anzahl der zwischen zwei Umgängen desselben übersprungenen Gewinde sich offenbart; oder 3) die Schraube genau eine Umdrehung machen lassen und dann zusehen, um wie viel Gewindgänge sie fortgeschritten ist.

In theoretischer Hinsicht verhält sich eine mehrfache Schraube wie eine einfache von gleichem Grade der Steigung; und in der That kann jede mehrfache Schraube gedacht werden als entstanden aus einer einfachen, deren Gewinde man durch Furchen (vertiefte Gänge) abgetheilt hat. Praktisch haben mehrfache Schrauben oft wesentliche Vorzüge vor einfachen mit eben so starker Steigung; und man wendet namentlich mehrfache Schrauben jedes Mal an, wenn die durch die Umstände geforderte Ganghöhe des Gewindes so groß ist, daß ein einfaches Gewinde unmäßig breit im Verhältniß zum Durchmesser der Spindel ausfallen würde. Durch die Theilung des Gewindes in zwei oder mehrere bewirkt man nicht nur ein besseres Aussehen der Schraube, sondern auch ein vollkommeneres, dem Wanken minder unterworfenes Ineinandergreifen der Spindel und Mutter.

Bei der Ausführung mehrfacher Schrauben behält man für die Breite oder körperliche Stärke des einzelnen Gewindganges so viel thunlich diejenigen Verhältnisse zum Spindeldurchmesser bei, welche (S. 313—315) für einfache Gewinde aufgestellt sind; aber die Ganghöhe ist hiernach das Doppelte, Dreifache 2c. Legt man für eine flache Schraube $^1/_8$ des Durchmessers als Breite des hohen (und ebenso des vertieften) Ganges zu Grunde, so ergibt sich

für das	das Verhältniß der Ganghöhe zum Durchmesser	der Neigungswinkel des Gewindes (auf dem äußersten Rande der Gänge)
2fache Gewinde	1 : 2	9° 3′
3 „ „	3 : 4	13° 26′
4 „ „	1 : 1	17° 40′
5 „ „	5 : 4	21° 42′
Wird dagegen $^1/_7$ des Durchmessers zur Gangbreite genommen, so findet man:		
2fache Gewinde	4 : 7	10° 19′
3 „ „	6 : 7	15° 16′
4 „ „	8 : 7	20° —
5 „ „	10 : 7	24° 27′

Sehr stark steigende (also in der Ausführung mehrfache) Schrauben zeigen die auffallende Erscheinung, daß sie durch einen in der Richtung ihrer Achse wirkenden Druck sich fortschrauben, wobei die Drehung von selbst erfolgt. Diese zuweilen sehr gut benutzbare Eigenschaft (welche aus der Lehre vom Reibungswinkel sich erklärt) verschwindet bei Schrauben mit geringer Steigung fast ganz; doch äußert sie sich auch bei gewöhnlichen einfachen und selbst ziemlich feinen Schrauben einigermaßen dadurch, daß Befestigungs-Schrauben an Maschinen bei stets wiederholten Erschütterungen sich allmälig losschrauben und zuweilen sogar herausfallen, wenn sie nicht sehr fest sitzen. Dies ereignet sich öfters bei Instrumenten, welche zu Wagen versendet werden und daher längere Zeit einer rüttelnden Bewegung ausgesetzt sind. Man kann hiergegen — sofern es sich um stählerne Schräubchen in eisernen oder stählernen Muttern handelt — dadurch helfen, daß man die ersteren vor dem Einschrauben mit einem Magnete streicht, wodurch sie Anhaftung genug bekommen, um wenigstens nicht verloren zu gehen.

Mehrfache Schrauben finden Anwendung bei Buchdruckerpressen älterer Art, bei den Pressen in Papierfabriken, bei Prägwerken, Durchschnitten, Siegelpressen, Korkziehern, Bohrgeräthen u. s. w. Der nächste Grund ihres Gebrauches ist der, daß man durch einen kleinen Theil einer Umdrehung oder wenige Umdrehungen der Schraube den von ihr getriebenen Körper (als Prägstempel, Preßplatte 2c.) einen verhältnißmäßig großen Weg durchlaufen lassen, oder vermöge der raschen Bewegung eine stoßartige Wir-

kung ausüben will. Daneben ist es willkommen, daß zufolge der Elastizität des gepreßten Gegenstandes ein Gegendruck entsteht, welcher ein Zurückspringen der Schraube veranlaßt, wenigstens die Einleitung des Rückganges erleichtert. Bei Siegelpressen mit sehr stark steigenden (6- bis 8fachen) Gewinden wird zur Bewirkung des Selbstrückganges eine Feder angebracht.

Das Zurückspringen einer Schraube durch Druck muß jedes Mal erfolgen, wenn der Neigungswinkel des Gewindes größer ist, als der Reibungswinkel, d. h. diejenige geringste Neigung einer schiefen Ebene, bei welcher ein Körper, unter Wirkung der Schwere, eben noch auf derselben hinabgleitet. Für glatt gearbeitete Flächen von Eisen auf Messing oder Bronze, mit Oelschmiere, kann erfahrungsmäßig der Reibungswinkel ungefähr = 9° gesetzt werden. Daraus folgt (mit praktischen Beobachtungen übereinstimmend), daß im richtigen Verhältnisse der Steigung konstruirte zweifache Schrauben die Eigenschaft des Zurückspringens unvollkommen, hingegen drei- und mehrfache dieselbe in ausgezeichnetem Grade besitzen (vergl. die Tabelle S. 317).

7) Schrauben überhaupt werden hauptsächlich zu folgenden Zwecken angewendet: a) Als Vereinigungsmittel der Bestandtheile vieler Metall- und Holzarbeiten 2c. (Verbindungsschrauben). Davon wird später gehandelt. — b) Zur Ausübung von Druck oder Stoß bei Pressen, Durchschnitten, Prägwerken, Schraubstöcken, Feilkloben, Schraubzwingen. — c) Um verschiebbare oder sonst bewegliche Maschinentheile 2c. vorübergehend zu befestigen oder einzuklemmen: Druckschrauben (vis de pression), Klemmschrauben, wozu mancherlei Einrichtungen gebräuchlich sind. — d) Um Maschinen-Bestandtheile, welche ihren Ort öfters verändern müssen, genau nach Erforderniß zu stellen (Stellschrauben, vis de rappel, *adjusting screws)*; dergleichen kommen z. B. an den Walzwerken (S. 151), Federzirkeln (S. 233), Stangenzirkeln (S. 234), Metallhobeln (S. 265) und bei vielen anderen Gelegenheiten, demgemäß auch von mannigfaltiger Einrichtung, vor. Man belegt sie in einzelnen Fällen mit dem Namen Mikrometer-Schrauben, wiewohl uneigentlich, da hier kein Messen beabsichtigt wird. Das Los- oder Zurückgehen von Stellschrauben bei Erschütterungen wird öfters durch sogenannte Stellmuttern, Gegenmuttern, Contre-Muttern, contre-écrou, verhindert, auch durch federnde Unterlegscheiben, Splinte 2c. — e) Um Maschinentheile einen längern Weg mit geringer Geschwindigkeit fortzuführen, Führungsschrauben, Leitspindeln, wie z. B. deren zwei an dem Supporte der Drehbank (S. 296) sich befinden. Bei solchen Schrauben ist der zu führende Bestandtheil bald mit der Spindel bald mit der Mutter in Verbindung gesetzt, je nachdem dieser oder jener die fortschreitende Bewegung gestattet ist. Jeder dieser Fälle enthält wieder zwei Arten der Konstruktion, indem nämlich die drehende Bewegung der Spindel oder der Mutter eigen ist. Diese Bemerkung hat auch auf Stellschrauben Bezug, welche überhaupt nahe mit den Führungsschrauben verwandt sind. — f) Um Messungen oder Eintheilungen zu verrichten, eigentliche Mikrometer-Schrauben (vis micrométrique, *micrometrical screw).* Jede Schraube bewegt sich während einer ganzen Umdrehung um so viel in der Richtung ihrer Achse fort, als die Ganghöhe, d. h. die Steigung des Gewindes auf einem Umgange beträgt (S. 311). Hat daher eine einfache Schraube n Gänge auf einem Centimeter der Länge, so ist ihre Fortbewegung bei jeder Umdrehung $= \frac{10}{n}$ Millimeter. Ist die Spindel so angebracht, daß sie sich zwar drehen aber nicht schieben kann, so ist die Mutter genöthigt, jene Fortschreitung zu machen. Setzt man auf die Schraube eine Scheibe, deren Umkreis in p gleiche Theile getheilt ist, so kann man sie, mit Hülfe eines Zeigers, leicht und genau auch $\frac{1}{p}, \frac{2}{p}, \frac{3}{p}$ u. s. w. bis $\frac{p}{p}$ oder Eine Umdrehung machen lassen, wodurch Fortschreitungen von $\frac{10}{p\,.\,n}, \frac{20}{p\,.\,n}, \frac{30}{p\,.\,n}$ u. s. w. bis $\frac{p\,.\,10}{p\,.\,n}$ oder $\frac{10}{n}$ mm entstehen. Dies ist das Prinzip, wonach man Schrauben zu feinen Messungen und zur Eintheilung gerader Linien (S. 243) anwendet. Die Genauigkeit der Messung oder Eintheilung ist, wie man sieht, wesentlich davon abhängig, daß die von der Schraube veranlaßte Fortbewegung wirklich im genauen Verhältniß der Umdrehung erfolge, was nur dann möglich ist, wenn die Steigung des Gewindes in allen Theilen desselben völlig gleich ist, und kein todter Gang (s. unten) stattfindet. In der Ausführung ist der zuerst genannten Bedingung so schwierig mit aller Schärfe zu genügen, daß bei aller Sorgfalt die Schraube dennoch

icht als ein mathematisch genaues Eintheilungsmittel gelten kann. Doch gibt es Ein-ichtungen, um diese Fehler fast vollkommen zu heben[1]).

8) Wenn die Gänge einer Schraube und die Gänge ihrer Mutter sich überall genau rühren, so hat nothwendig jeder kleinste Theil einer Umdrehung eine entsprechende Fort-hreitung oder Schiebung zur Folge. Bei der praktischen Darstellung der Schrauben ist ndessen die vollkommene Uebereinstimmung, durch welche allein das erwähnte genaue Zu-mmenpassen hervorgebracht werden kann, sehr schwer (und streng genommen unmittelbar ar nicht) zu erreichen. Daher geschieht es, daß die Schraube oft einen bemerklichen Theil iner Umdrehung machen kann, bevor ein Fortschreiten eintritt: man nennt dies den odten oder leeren Gang (temps perdu, *end play*, *loss of time*) einer Schraube nd sagt dann von letzterer, sie gehe leer. Diesem, besonders für Mikrometer-Schrauben hr nachtheiligen Umstande muß dadurch abgeholfen werden, daß man ein Mittel an-endet, die Schraubenmutter zusammenziehen und folglich ihr Gewinde stets in genauester erührung mit dem Gewinde der Spindel erhalten zu können. Man schneidet zu dem nde die Mutter an einer Seite mit der Säge auf, oder spaltet sie ganz durch (auf-eschnittene, aufgeschlitzte, gespaltene Muttern) und bringt Schrauben an, urch welche sie nach Erforderniß zusammengeklemmt wird (daher Klemm-Muttern). egt man Federn unter diese Klemmschrauben, so öffnet sich die Mutter von selbst weiter, als sie auf eine etwas dickere Stelle der Spindel trifft.

In Fällen, wo durch eine Schraubenmutter ein beweglicher Maschinentheil geführt erden muß, kann oft die geringste (manchmal kaum zu vermeidende) Krümmung der Spindel eine Spannung oder Klemmung verursachen, welche der Sanftheit und Genauig-keit der Bewegung hinderlich wird. Man verbindet dann die Mutter mit dem zu führen-den Bestandtheile auf eine solche Weise, daß erstere den Unregelmäßigkeiten der sich um-drehenden Schraube nachgeben, ein wenig sich heben und senken oder zur Seite ausweichen kann. Dies wird auf verschiedene Weise erreicht, z. B. indem man die Mutter kugel-förmig macht und zwischen zwei Platten mit schalenförmigen Vertiefungen einlegt, oder indem man sie mittelst eines etwas elastischen Armes, durch Federn rc., mit dem Stücke, welches bewegt werden soll, in Verbindung setzt.

9) Das gewöhnlichste Material, woraus (metallene) Schrauben verfertigt werden, ist Schmiedeisen (mit Inbegriff des Eisendrahtes). Feine und genaue Schrauben macht man aus Stahl, der sich (besonders der Gußstahl) seiner größeren Gleich-förmigkeit wegen weit besser dazu eignet. Aus Gußeisen werden zuweilen große Preßspindeln hergestellt. Messingene Schrauben kommen nicht oft vor; dagegen macht man die Muttern eiserner oder stählerner Schrauben sehr gewöhnlich aus Messing (auch aus Rothguß, Glockenmetall oder anderen Sorten Bronze). Daß solche Schrauben-gewinde, welche an Geräthen angebracht werden (wie z. B. an Büchsen mit auf-zuschraubenden Deckeln), bei Arbeiten aus den verschiedensten Metallen vorkommen, ist bekannt.

A) **Verfertigung der Schraubenmuttern.** — Die Schraubenmuttern sind ent-weder gegossene oder gelöthete, oder geschnittene.

a) Von dem Guß solcher Muttergewinde, welche an zinnernen Geräthen (als Hähnen, Wärmflaschen-Kapseln rc.) beim Gießen mit erzeugt werden, kann hier nicht besonders die Rede sein. Ueber das Gießen messingener Schraubenmuttern ist S. 107 das Nöthige vor-gekommen. Man wendet diese Verfahrungsart nur für große Schrauben an und in Er-mangelung einer Schrauben-Schneidmaschine.

b) Gelöthete Schraubenmuttern werden kaum in einem anderen Falle gebraucht, als bei den Schraubstöcken und zuweilen bei Siegelpressen u. dgl. Die Hülse eines Schraubstockes (S. 226) ist ein zylindrisches, eisernes Rohr, in welchem sich das Muttergewinde befindet. Die verhältnißmäßig ziemlich große Länge und die geringe Wandstärke dieses Rohres lassen nicht leicht zu, daß man das Gewinde mittelst eines Bohrers (s. unten) einschneide. Man verfertigt daher die Hülse mit glatter Höhlung und so weit, daß die Schraube mit einigem Spielraum hineingeschoben werden kann. Dann wickelt man in die vertieften Gänge der Spindel ein vierkantiges Eisenstäbchen (den Kern), welches so dick sein muß, daß es ein wenig über die hohen Schrauben-

[1]) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Jahrg. 1844, Bd. 61, S. 129. — Polyt. Centr., IV. (1844), S. 144. — Polyt. Journ., Bd. 92, S. 86.

gänge hervorragt, schiebt das Ganze in die Röhre, schraubt die Spindel wieder herau und löthet den Kern in dem Rohre mit Kupfer fest.

Damit während des Löthens der Kern seine richtige Lage in der Hülse nicht ve ändert, muß er auch schon ohne Loth sehr fest sitzen, was dadurch erreicht wird, daß m die Hülse absichtlich etwas unrund macht und die Spindel nebst dem darauf befindlich Kerne mit dem Hammer hineintreibt. Durch die dabei stattfindende Gewalt richtet si die Hülse rund, klemmt aber den Kern gehörig fest. Eine bessere aber mühsamere M thode besteht darin, nebst dem Kerne, und zwischen den Windungen desselben, ein ander Stäbchen auf dem hohen Gang der Spindel herumzuwickeln, dieses mit dem Kerne zu ve hämmern und übrigens wie vorher zu verfahren. Die Hülse wird dadurch stärker u das Gewinde der Spindel berührt dann nicht bloß (wie im ersten Falle) den hohen, so dern auch den vertieften Gang des Muttergewindes. Denselben Zweck erreicht man m weniger Arbeit, wenn dem Kerne gleich durch Schmieden im Gesenke eine solche Que schnittsgestalt gegeben wird, daß er sowohl den vertieften Gang der Spindel ausfüllt a auch den hohen Gang überkleidet. In jedem Falle muß das eingelöthete Gewinde dadur nachgearbeitet und ausgebessert werden, daß man die Schraubenspindel, mit Oel un Schmirgel versehen, einige Zeit in der Hülse hin- und herschraubt, bis sie sich leicht genu bewegt. Dieses letztere Verfahren, Spindel und Mutter einander anzupassen, ist freilic ebenso unvollkommen und ebenso ein Nothbehelf, wie die ganze Verfertigung der ge lötheten Mutter überhaupt.

c) Das Schneiden (tarauder) der Schraubenmuttern ist die einzige Verfertigungs art, bei welcher Vollkommenheit möglich ist; zugleich ist sie fast in allen Fällen an wendbar und daher bei weitem die gewöhnlichste. Schraubenmuttern von bedeutender Durchmesser (z. B. über 50mm, wo die Gewinde fast immer flache sind) werden au Schrauben-Schneidmaschinen geschnitten; solche von mittlerer Größe und mit scharfen Gewinde verfertigt man oft mittelst des Schraubstahles auf der Drehbank. Von beiden Methoden wird unten die Rede sein. In allen übrigen Fällen geschieht das Schneiden der Muttern mit **Schraubenbohrern** (**Gewindebohrer**, **Schneidbohrer** **Mutterbohrer**, taraud, tarau, *tap*, *screw tap*, *taper tap*, daher das Schneiden der Muttergewinde mittelst Bohrer: *tapping*). Ein solcher Bohrer ist eine stählerne, gehärtete (und gelb angelassene) Schraube, welche auf angemessene Weise schneidend gemacht wird und mit einem vierseitigen Kopfe versehen ist, um mittelst des Feil klobens, eines geeigneten hölzernen Aufsteckheftes[1]) oder (bei etwas größeren Bohrern) eines Wendeisens, tourne-à-gauche, *tap-wrench* (S. 286) umgedreht zu werden. Von dem Theile des Bohrers, welcher das Gewinde enthält und gewöhnlich 25 bis 50mm lang (öfters aber bedeutend länger) ist, wird vor dem Härten auf drei oder vier Seiten so viel weggefeilt, daß nur zunächst am Kopfe die Schraubengänge un versehrt bleiben, von da an aber, nach der Spitze zu, der Bohrer sich mit drei oder vier Flächen verjüngt, bis das äußerste Ende, an welchem kaum noch zahnförmige Spuren des Gewindes übrig sind, gleichseitig-dreieckig oder quadratisch erscheint. Man kann auch die erwähnten Flächen der Breite nach (mittelst eines kleinen, runden Schleif steines) hohl ausschleifen, wodurch die Kanten schärfer werden; doch bringt dies eben keinen erheblichen Nutzen.

Sehr gebräuchlich ist es, die in der Nähe des Kopfes unabgefeilt gelassenen Gänge durch ein paar (zur Achse parallele, besser rechtwinklig gegen die Schraubengänge lau fende[2]) Längenfurchen einzukerben und so ebenfalls noch mit Schneidkanten zu versehen. **Halbrunde** Schraubenbohrer, welche sehr gut schneiden, werden hergestellt, indem man von dem zylindrisch verfertigten Bohrer das Gewinde von der halben Länge aus gegen die Spitze hin allmälig zulaufend wegdreht, sodaß an der Spitze selbst nur Spuren davon übrig bleiben, zuletzt aber die Hälfte der Rundung flach abfeilt, einen kleinen Theil zu nächst am Kopfe und an der Spitze ausgenommen[3]). Eine andere sehr zweckmäßige Form des Bohrers entsteht, wenn man wie eben erwähnt die zylindrisch gefertigte Schraube konisch abdreht (bis zum gänzlichen Verschwinden der Gänge am dünnern Ende), dann

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 521. — Polyt. Centr. 1842, Bd. I, S. 394.
[2]) Polyt. Centr. 1847, S. 1041.
[3]) Jahrbücher, XIV. 298.

aber vier zur Achse parallele ungleichseitig-dreieckige Kerben einfeilt oder aushobelt, deren eine Seite eine wirksame Schneidkante erzeugt. Mittelst dieser vier Kanten wirkt jener dünnste Theil des Werkzeuges, an welchem keine Spuren des Schraubengewindes übrig sind, als Reibahle zur vorbereitenden Ausbildung des Loches in der zu schneidenden Schraubenmutter (daher: taraud-équarrissoir)[1]. — In weniger gut eingerichteten Werkstätten findet man nicht selten Schraubenbohrer, welche konisch (vom Kopfe nach dem entgegengesetzten Ende verjüngt zulaufend) geschnitten und dann mit den schon erwähnten drei oder vier Flächen versehen sind. Man erreicht damit, daß der Bohrer beim Anfangen leichter in das mit Gewinden zu versehende Loch eindringt, aber das Gewinde wird nie sauber und gut; denn die Schraubengewinde von durchaus gleicher Ganghöhe haben auf den verschieden dicken Theilen des Bohrers verschiedene Neigungswinkel, und indem der zuerst arbeitende dünnere Theil Gewindgänge mit größerem Neigungswinkel vorschneidet, muß der nachkommende dickere Theil diese in Gänge mit kleinerem Neigungswinkel umwandeln, was nicht ohne entstellendes Beschneiden geschehen kann. — Auf verschiedene Weise sucht man übrigens die Schneidwirkung der Gewindebohrer zu erleichtern oder zu vervollkommnen[2].

Für die Schraubenmutter wird voraus ein rundes Loch gebohrt, dessen Durchmesser mit dem Durchmesser des Kernes der Schraubenspindel (ohne die Gänge des Gewindes) übereinstimmt und in welches das drei- oder viereckige Ende des Bohrers eingesetzt werden kann, worauf man letzteren umdreht und anfangs zugleich behutsam niederdrückt. Zuweilen ist das Metallstück, in welchem die Mutter verfertigt werden soll, von solcher Form, daß es zweckmäßiger erscheint, den Bohrer (stehend, den Kopf unten) im Schraubstocke einzuspannen, die Arbeit mit ihrem Loche aufzusetzen und mit den Händen umzudrehen.

Da bei dieser, sowie bei der gewöhnlichen Gebrauchsart leicht ein Schwanken eintritt, indem zu Anfang der Arbeit der Bohrer nur an drei oder vier Punkten (je nachdem er drei- oder vierkantig ist) den Umkreis des Loches berührt, so ist zu empfehlen, daß man vor dem kantigen Theile des Bohrers, an dessen äußerstem Ende, einen zylindrischen, in das Loch passenden Zapfen anbringe. Noch zweckmäßiger kann man dem Bohrer zwischen den Gewindgängen und dem Kopfe einen etwas langen glatten zylindrischen Hals geben und diesen in der rohrartigen passenden Höhlung einer auf dem Arbeitstücke ruhenden Stütze sich drehen lassen[3]. Der Kopf (*tang, head*) des Bohrers wird am besten so dünn gemacht, daß man ganz durch das Loch durchschneiden und zuletzt den Bohrer durchfallen lassen kann, wodurch man der Nothwendigkeit überhoben wird, ihn zurück herauszudrehen, auch das Gewinde gleichförmiger ausfällt; doch geht dies bei dünnen Bohrern — wegen der alsdann sich ergebenden zu geringen Stärke des Kopfes — nicht an. Bei sehr tiefen Gewinden ist es gut, oder sogar nothwendig, zwei Bohrer nach einander anzuwenden, von welchen der zweite ein wenig dicker ist und das Gewinde fertig macht. Auch bedient man sich wohl zuerst eines drei- oder vierkantigen, wie gewöhnlich verjüngten Bohrers, und zum Fertigmachen, Nach- oder Ausschneiden, eines zylindrischen, der keine angefeilten Flächen, sondern der Länge nach laufende, gerade oder etwas gewundene, die Schraubengänge durchschneidende Kerben besitzt, welche ihm die nöthige Schärfe geben. Sogar drei (ja manchmal vier) auf einander folgende Bohrer von etwas steigender Dicke werden in Fällen der gedachten Art angewendet. Der erste (*entering tap, taper tap*) ist meist in seiner ganzen Länge konisch; der zweite (*middle tap*) entweder ebenso, oder auch nur auf eine kurze Strecke vom Ende aus verjüngt; der letzte (*finishing tap, plug*) jederzeit zylindrisch, mit Ausnahme der letzten zwei oder drei Gewindgänge am äußersten Ende, welche ein wenig abgenommen sind, damit der Bohrer leicht in die angefangene Mutter eingeführt werden kann. — Die Anwendung mehrerer Bohrer kann dadurch umgangen werden, daß man dem einzigen, welchen man gebraucht, eine geeignete Einrichtung gibt, um ihn successive etwas im Durchmesser zu vergrößern,

---

[1]) Armengaud, III. 47. — Jobard, Bulletin, III. 111.

[2]) Polyt. Centr. 1858, S. 179, 527; 1864, S. 1273. — Zeitschr. d. Ing. 1865, S. 109. — Schweiz. Z. 1857, S. 141; 1864, S. 44. — Deutsche Gewerbezeitung 1864, S. 372; 1865, S. 165. — Polyt. Journ., Bd. 163, S. 14. — Jobard, Bulletin, T. 41, p. 185.

[3]) Polyt. Centr. 1849, S. 663; 1863, S. 1617. — Deutsche Gewerbezeitung 1849, S. 439. — Jobard, Bulletin, XV. 208.

Expansions-Schraubenbohrer (taraud à expansion, taraud compensateur, *expanding tap*)[1]). Doch sind dergleichen Werkzeuge immer ziemlich komplizirt, kostspielig in der Herstellung und für geringe Durchmesser völlig unanwendbar. — Schraubenbohrer von ungewöhnlicher Länge (300 mm und darüber) werden angewendet, wenn man zwei von einander entfernte Muttergewinde so zu schneiden hat, daß ihre Achsenlinien genau in dieselbe Gerade fallen (taraud entre-toise).

Für Muttern von bedeutend mehr als 20 mm Durchmesser sind Schraubenbohrer nicht nur schwieriger herzustellen, kostspieliger, sondern auch deshalb weniger anwendbar, weil ihr Gebrauch zu großen Kraftaufwand erfordert. Man ersetzt sie alsdann durch einen glatten Zylinder, an welchem ein einziger Schneidmeißel (Zahn) angebracht ist: von diesem Verfahren wird unten bei Gelegenheit der Schraubenschneidmaschinen die Rede sein, da es mit letzteren im nächsten Zusammenhange steht.

Eine eigenthümliche Art von Schraubenmutter kommt bei der Schraube ohne Ende (vis sans fin, *endless screw*) vor. Diese besteht bekanntlich aus einer nur mit wenigen Gängen versehenen Schraubenspindel, welche in den gezahnten oder eingekerbten Umkreis eines Rades eingreift. Das Rad ist also hier die Schraubenmutter. Wird diese Vorrichtung in großem Maßstabe ausgeführt, so wählt man eine Schraube mit flachem Gewinde und gibt dem Rade flache, schräg eingeschnittene Zähne, welche auf dem Räderschneidzeuge durch eine kleine Modifikation des für gewöhnliche Räder gebräuchlichen Verfahrens hervorgebracht werden. Für ein feineres und scharfes Gewinde versieht man die Stirn des Rades mit einer halbrunden, auf der Drehbank eingedrehten Furche, in welche mittelst eines Schraubenbohrers die Gewinde eingeschnitten werden. Das Rad bleibt, nachdem die Furche oder Rinne gedreht ist, sogleich auf der Drehbank eingespannt; man schlägt aber die Schnur von der Rolle der Spindel ab, und befestigt auf dem obersten (quer liegenden) Schieber des Supportes (S. 296) ein kleines Gestell, in welchem der Schraubenbohrer senkrecht stehend, am Kopfe mit einer Kurbel versehen, angebracht wird. Indem man nun durch die kürzere Schraube des Supportes den Bohrer gegen den Umkreis des Rades vorschiebt und ihn an seiner Kurbel umdreht, schneidet derselbe in das Rad ein und dreht es zugleich allmälig herum. Von Zeit zu Zeit wird der Bohrer wieder nachgerückt, und man setzt überhaupt das Schneiden so lange fort, bis das vertiefte Gewinde des Rades völlig ausgebildet ist. — Eine andere Methode besteht darin, das Rad horizontal liegend und um seine Achse drehbar, auf dem Supporte anzubringen; den Bohrer hingegen an der Spindel der Drehbank genau rundlaufend einzuspannen: wodurch die Arbeit mehr gefördert wird, weil der Bohrer durch die Spindel schneller umgedreht werden kann, als aus freier Hand. Indessen muß man sich hüten, hierbei den Bohrer zu schnell angreifen zu lassen, weil er sonst leicht durch den Widerstand zu einer nachtheiligen Federung oder Ausweichung veranlaßt wird; es ist in dieser Rücksicht zu empfehlen, daß man an dem Fußende des Bohrers die Spitze des Reitnagels der Drehbank vorsetze.

Manchmal soll eine Schraube in eine gerade Stange, mit der sie parallel liegt, eingreifen. Dann versieht man entweder die Schraube mit einem flachen Gewinde und die Stange mit schräg eingeschnittenen oder eingefeilten Zähnen; oder, wenn die Schraube ein scharfes und ziemlich feines Gewinde besitzt, so wird dieses zum Theil in eine halbrunde, an der Stange ausgehobelte Rinne eingesenkt, nachdem man in dieser mittelst des Schraubenbohrers ein vertieftes Gewinde geschnitten hat. Das Verfahren hierbei ist von dem Schneiden einer Schraube ohne Ende nur dadurch verschieden, daß die Stange beim Schneiden in gerader Richtung sich fortschieben muß, während das Rad in jenem Falle sich um seine Achse dreht.

B) **Verfertigung der Schraubenspindeln.** — Es gibt dazu vier Methoden, nämlich: Gießen, Schmieden, Feilen und Schneiden.

Der Gedanke, die Schraubengänge durch Druck — mittelst Rollens der Spindel zwischen zwei gefurchten Stahlbacken[2]) — herzustellen, wird schwerlich praktisch werden; wenigstens sind auf diesem Wege sicherlich keine guten Schrauben zu erzeugen.

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XXXIX. (1840), p. 4, 174; XLIV. (1845), p. 102. — Jobard, Bulletin, VII. 211. — Brevets 1844, T. 12, p. 44. — Génie ind., 1. 61. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 2, S. 618, 891; Neue Folge, VI. (1845), S. 63; 1851, S. 1030. — Polyt. Journ., Bd. 76, S. 177; Bd. 77, S. 165; Bd. 97, S. 16. — Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 183.

[2]) Polyt. Centr. 1852, S. 132.

a) Aus Eisen *gegossene* große Preßschrauben werden mittelst eines genau gearbeiteten hölzernen oder schmiedeisernen Modelles in Sand geformt, wobei indessen nie darauf zu rechnen ist, daß das Gewinde sehr vollkommen ausfalle, daher man oft die gegossene Spindel noch auf einer Schrauben-Schneidmaschine nachschneidet. Diese Methode empfiehlt sich aber in keiner Hinsicht. Kleine gegossene eiserne Schrauben (namentlich *Holzschrauben*, welche wegen ihres tiefen Gewindes noch am ersten durch Guß auszuführen sind) werden fabrikmäßig verfertigt. Man sehe über die Herstellung beider Arten von Schrauben das S. 88 Gesagte nach. — Auswendige Schraubengewinde an zinnernen Geräthen (vergl. S. 319) werden oft beim Gusse mit erzeugt, indem die eiserne oder messingene Gießform das entsprechende innere oder Mutter-Gewinde enthält.

b) Große und sehr grobe eiserne *Holzschrauben* (z. B. an Haken zum Aufhängen von Kronleuchtern u. dgl.) können in einem zweitheiligen Gesenke, von welchem jeder Theil fast die Hälfte einer durch die Achse zerschnittenen Schraubenmutter darstellt, *geschmiedet* werden, wobei das Verfahren mit dem beim Schmieden in anderen runden Gesenken übereinstimmt (S. 184). Um des genauen Zusammenpassens versichert zu sein, vereinigt man zweckmäßig Ober- und Untertheil des Gesenkes mittelst eines Scharniers, an welchem das Obertheil auf- und zugeklappt wird. Sonst ist diese Methode von höchst beschränkter Anwendung. — Als verwandt kann das Verfahren erwähnt werden, Holzschrauben für Eisenbahngebrauch (ohne Zweifel von sehr mäßiger Vollkommenheit) in 6 bis 25mm Dicke mittelst einer Maschine zu verfertigen, wesentlich bestehend aus drei kleinen, angemessen gefurchten, schnell umlaufenden Walzen, zwischen welche die eiserne Spindel glühend so eingeführt wird, daß sie zu den Walzen parallel liegt[1]).

c) *Gefeilte* Schraubenspindeln kommen dagegen öfters vor. Fast jedes Mal wenn eine etwas große und grobe Schraube (z. B. zu einem Schraubstocke u. dgl.) zu verfertigen ist und die nöthigen Hülfsmittel, um sie zu schneiden, nicht zu Gebote stehen, nimmt man seine Zuflucht zur Ausarbeitung des Gewindes mittelst der Feile. Sehr oft ist dies besonders bei *mehrfachen* Schrauben der Fall, welche sich — wenn sie ein sehr stark steigendes Gewinde haben — nicht gut in einer Kluppe (s. unten) verfertigen lassen. Ein Zylinder von gehörigem Durchmesser wird aus Eisen geschmiedet und auf der Drehbank, vorzüglich mittelst des Supportes, abgedreht; dann leimt man ein Blatt Papier, auf welchem durch schräge Parallel-Linien die Neigung und Entfernung der Schraubengänge angegeben ist, rund um die ganze Spindel, schneidet zuerst mit einer Messerfeile die Grenzlinien der vertieften Gänge ein und arbeitet letztere endlich mit flachen Feilen (wo es thunlich ist aus dem Groben mit Meißeln) aus. Immer ist anzurathen, daß man auf eine solche Spindel ein Stück Blei (als Theil einer Mutter) aufgieße, dieses mit Oel und Schmirgel versehe, und damit die Schraube, während dieselbe auf der Drehbank in Umlauf gesetzt wird, abschleife.

Daß man an eisernen Haken, Ringen u. s. w., welche zum Einschrauben in Holz bestimmt sind, oft Schraubengewinde mit der dreikantigen Feile, ohne alle Vorzeichnung, sehr flüchtig und daher ganz schlecht einfeilt, ist bekannt und der Vollständigkeit halber hier ebenfalls anzuführen. Aber auch feine Schraubengewinde, welche einer sorgfältigen Ausarbeitung bedürfen, müssen, wenn man weder Bohrer noch Schneidbacken (s. unten) dazu besitzt, öfters durch Feilen neu hergestellt und dann durch Schneiden vervollkommnet und besser ausgebildet werden. Man nimmt in diesem Falle einen genau abgedrehten stählernen Zylinder und feilt darauf das Gewinde möglichst sorgfältig ein, indem man entweder wie oben eine auf Papier gemachte Vorzeichnung benutzt; oder — falls die Gänge fein sind, Eisendraht von angemessener Dicke in dicht liegenden Schraubenwindungen herumwickelt und mit einer zarten Messerfeile, den Drahtumgängen folgend, die erste Spur einfeilt, worauf der Draht beseitigt und die Arbeit mit passenden Feilen fortgesetzt wird. Die fertige Schraube versieht man mit Längenkerben, härtet sie und gebraucht sie als Bohrer, um damit ein paar Schneidbacken auf die unten anzugebende Weise zu verfertigen. Mit den Backen wird dann in der Kluppe eine neue stählerne Schraube geschnitten, welche man ebenfalls härtet und nun als Original-Bohrer gebraucht, um damit sowohl Muttern zu schneiden, als Schneidbacken zur Verfertigung von Spindeln darzustellen. Durch die wiederholte Kopirung des Gewindes haben sich die unvermeidlichen Ungleichheiten der ursprünglichen gefeilten Gänge meist so sehr ausgeglichen, daß das Gewinde gut und brauchbar erscheint.

---

[1]) Polyt. Centr. 1859, S. 427. — Deutsche Gewerbezeitung 1859, S. 329. — Schweiz. Z. 1859, S. 129. — Jobard, Bulletin, T. 35. p. 90.

d) Die regelmäßige und allgemeinste Verfertigungsart der Schraubenspindeln ist das **Schneiden** derselben, und zwar 1) mit Schneideisen oder Kluppen, 2) auf der Drehbank, 3) auf Schrauben-Schneidmaschinen. Es erfolgt dabei die Bildung des Gewindes durch Herausschneiden von Spänen aus einem Zylinder, dessen Dicke jener der beabsichtigten Schraube (die hohen Gänge mitgerechnet) gleich ist. Für genaue Schrauben gilt als unerläßliche Bedingung, daß der dem **Schraubenschneiden** (fileter, tarauder, taraudage, *screw-cutting, screwing)* unterworfene Zylinder genau rund, gerade und überall gleich dick sei. Für dünne Schrauben wählt man daher guten, glatten Draht, oder besser, man dreht diesen vorläufig auf dem Drehstuhle oder der Drehbank ab.

Zur Zurichtung kleiner Schraubenspindeln auf der Drehbank gibt es verschiedene Hülfsvorrichtungen, welche die Arbeit sehr beschleunigen und gleiche Gestalt wie gleiche Größe der Exemplare sichern[1]). Dickere Schrauben schneidet man aus geschmiedeten oder gegossenen Zylindern rc., welche ebenfalls vorher abgedreht werden, sofern es um sorgfältige Arbeit sich handelt. An **Schraubbolzen** (größeren Verbindungsschrauben), die man aus gewalztem Rundeisen anfertigt, werden die Köpfe durch Stauchen entweder im Schmiedegesenk oder in besonderen Maschinen[2]) gebildet.

1) Schneideisen und Kluppen (filière, filière à vis, filière à tarauder).

Diese beiden Arten von Werkzeugen haben das Gemeinschaftliche, daß die Erzeugung des Gewindes stattfindet, indem man die Spindel, welche geschnitten werden soll, in eine gehärtete, stählerne Schraubenmutter hineindreht. Diese Mutter, deren Gänge mehr oder weniger schneidend wirken, ist bei den Schneideisen ganz oder unzertheilt, bei den Kluppen hingegen in zwei (zuweilen mehrere) Theile getrennt, welche nach Bedürfniß einander genähert werden, um die mit dem Muttergewinde versehene Oeffnung zu verkleinern.

a) Das **Schneideisen, Schrauben-Schneideisen, Schraubenblech** (filière simple, *screw-plate)* ist eine gehärtete Stahlplatte von gewöhnlich 50 bis 150^{mm} Länge, 12 bis 50^{mm} Breite und 1 bis 3^{mm} Dicke, meist an der einen schmalen Seite mit einer stielförmigen Verlängerung versehen, um bequemer gehandhabt zu werden. In dieser Platte befindet sich eine Anzahl Löcher von verschiedenem Durchmesser und mit Muttergewinden von verschiedener Feinheit versehen. Die Spindel, welche geschnitten werden soll, faßt man mit dem Feilkloben und dreht sie, mit etwas Oel oder gelbem Wachs versehen, in ein passendes Loch, in welchem sie sich fortschraubt, indem sie zugleich das Gewinde des Loches annimmt. Oft auch wird die Spindel aufrechtstehend im Schraubstocke befestigt, das Schneideisen horizontal daraufgelegt und herumgedreht, wobei man zuerst einen mäßigen Druck anwendet, bis der Anfang der Spindel ein Mal in das Loch eingedrungen ist. Oder die zu schneidende Spindel ist auf der Drehbank eingespannt und läuft um ihre Achse, während man das Schneideisen in der Hand hält und der Drehung zu folgen verhindert.

Nur feine Gewinde auf dünnen Schrauben können mittelst Schneideisen in genügender Güte hervorgebracht werden; denn die schneidende Wirkung dieses Werkzeuges ist so unvollkommen, daß (obwohl feine Späne abfallen) die vertieften Schraubengänge zum Theil nur eingedrückt und die Metalltheile zur Bildung der hohen Gänge aufgestaucht oder herausgequetscht werden, was sich dadurch allein schon offenbart, daß die fertige Schraube einen etwas größeren Durchmesser hat, als der glatte Zylinder vor dem Gewindeschneiden. Für die kleinsten Schrauben sind die Schneideisen unentbehrlich; Spindeln von mehr als 4^{mm} Durchmesser sollte man aber nicht damit bearbeiten, und die Anwendung großer (mit zwei einander gegenüber stehenden Stielen oder Griffen versehener) Schneideisen für Schrauben bis zu 25^{mm} Dicke kann höchstens zum **Nachschneiden** der in Kluppen verfertigten Gewinde empfohlen werden, um mehrere Schrauben auf genau gleichen Durchmesser zu bringen, was in der Kluppe leicht verfehlt wird. Die abgeschnittenen oder vielmehr abgeriebenen

[1]) Technolog. Encyklopädie, XIII. 400—430. — Deutsche allgemeine Zeitschrift für die technischen Gewerbe, von E. **Herberger**, Bd. I. Mainz 1844, S. 10, 33.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 144 S. 246. — Polyt. Centr. 1857, S. 169.

Spänchen erschweren bedeutend die reine und vollkommene Ausbildung des Gewindes: es ist daher zweckmäßig, jedes Loch an zwei gegenüber stehenden Stellen mit einer Einkerbung zu versehen, in welcher jene Späne sich ansammeln können und durch welche zugleich schneidige Ecken in dem Loche entstehen, sodaß das Werkzeug etwas schärfer angreift und reiner schneidet[1]). Um tiefere und reinere Gewinde zu erhalten, kann man die Spindel noch in einem zweiten Loche, welches ein wenig enger ist, aber dasselbe Gewinde besitzt, nachschneiden. Gut ist es, in dem Schneideisen neben jedem Schneidloche ein glattes rundes Loch anzubringen, dessen Größe die nöthige Dicke der Spindel angibt, damit man letztere vor dem Schneiden prüfen und weder zu klein noch zu groß wählen kann; denn im erstern Falle entsteht ein seichtes Gewinde, im letztern Falle hingegen kommt man wegen des übermäßigen Widerstandes in Gefahr, die Spindel beim Schneiden abzudrehen, sodaß sie dann im Loche stecken bleibt und meist nicht mehr völlig herauszuschaffen ist. — Daß die Schneideisen nur zu scharfen (nicht zu flachen) Gewinden dienen, ergibt sich aus Vorstehendem. Die Dicke derselben soll eine solche sein, daß ein jedes Schraubenloch wenigstens 3 und höchstens 5 Gänge des Gewindes enthält; dieser Bedingung wird genügt, wenn die Dicke der Platte gleich dem Lochdurchmesser oder wenigstens zwei Drittel davon ist. Demgemäß läßt man die Platte vom Stiele ab dünner auslaufen und stellt die größten Löcher in die Nähe des Stieles, die kleinsten ans entgegengesetzte Ende. — Glückliche Versuche wurden gemacht, um vermittelst eigenthümlich geformter, die Lochöffnungen durchsetzender Furchen auf der Fläche des Schneideisens eine gut schneidende Wirkung zu erzielen[2]), wodurch die Schneideisen fähig werden, schönere Gewinde mit geringerem Kraftaufwande und selbst auf etwas dickeren Spindeln hervorzubringen.

b) Eine **Kluppe, Schraubenkluppe, Schneidkluppe** (filière brisée, filière à coussinets, *screw stock, screwing stock, die stock*)[3]) ist ein eisernes (sehr selten messingenes) Gestell, gewöhnlich von rahmenartiger Gestalt, mit zwei Handgriffen von angemessener Länge versehen und in dem mittleren, breitesten Theile eine Oeffnung enthaltend, worin zwei stählerne (gehärtete und gelb angelassene) **Backen, Schraubenbacken, Schneidbacken**, coussinets, coins, coins à vis, *dies, screw dies*, liegen, die durch eine oder zwei Stellschrauben einander mehr oder weniger genähert werden können. Jeder Backen enthält einen Bogenausschnitt von 90 bis 120 Grad, der mit Schraubengängen versehen und als ein Stück einer Schraubenmutter zu betrachten ist. Nachdem die Spindel, welche man zu schneiden beabsichtigt, stehend im Schraubstock eingespannt ist, klemmt man das oberste Ende derselben zwischen die Backen (durch Anziehung der Stellschrauben der Kluppe) ein, und dreht darauf die Kluppe an ihren Handgriffen um, indem man anfangs sanft niederdrückt, bis die ersten Gänge eingeschnitten sind, worauf dann ferner die Kluppe von selbst die richtige Schraubenbewegung annimmt. Ist man unten auf der Spindel angekommen, so schraubt man die Kluppe zurück hinauf, nähert die Backen einander ein wenig (durch stärkeres Anziehen der Stellschrauben) und wiederholt das Schneiden, was so lange auf diese Weise fortgesetzt wird, bis das Gewinde seine Vollendung erlangt hat. Von Zeit zu Zeit muß Oel (statt dessen man auf Messing lieber gelbes Wachs oder eine Mischung aus Wachs und Talg anwendet) an die Schraube gegeben werden, indem man zugleich die sich sammelnden Späne wegbürstet.

Man kann, um Zeit zu gewinnen, nicht nur von oben nach unten, sondern auch von unten nach oben schneiden, indem man die Stellschrauben etwas anzieht, bevor die Kluppe an der Spindel hinaufgeschraubt wird: dies ist aber gewöhnlich nicht vortheilhaft für die Güte der Schraube. Wesentlich ist, daß man die Stellschrauben immer nur sehr wenig auf ein Mal anziehe, also die Backen einander sehr allmälig nähere und lieber öfters das Schneiden wiederhole. Was man dadurch an Arbeitszeit aufopfert, ersetzt sich reichlich durch die Gewißheit, die Backen zu schonen, ein schöneres, besser ausgebildetes Gewinde zu

[1]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 521; Jahrg. 1856, S. 11. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 393.

[2]) Monatsblatt des Gewerbevereins für das Königr. Hannover 1864, Nr. 3 und 4, S. 19. — Polyt. Journ., Bd. 173, S. 13; Bd. 201, S. 286. — Deutsche Gewerbezeitung 1864, S. 213. — Jobard, Bulletin, T. 46, p. 237. — Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 315.

[3]) Armengaud, VIII. 221.

erhalten und eine Krümmung oder Windung der Schraube zu vermeiden, welche sonst sehr leicht durch zu starken Druck der Backen eintritt. Sehr achtsam muß man sein, die Kluppe nicht ungleich an beiden Handgriffen niederzudrücken, weil hierdurch das Gewinde an verschiedenen Stellen eine ungleiche Steigung erhält. Auch ist jeder unnöthige, wenn auch gleichförmige Druck auf die Kluppe zu vermeiden: denn indem dadurch ein zu schnelles Fortschreiten der Backen längs der Spindel hervorgebracht wird, entsteht leicht ein doppeltes oder mehrfaches Gewinde, wo man nur ein einfaches beabsichtigt und die Backen auch nur ein einfaches enthalten; oder es leidet wenigstens die Schönheit und Richtigkeit des Gewindes.

Eine eigenthümliche, manchmal (besonders bei langen Schrauben) zweckmäßige Anwendungsart der Kluppen ist die, daß man die Spindel auf der Drehbank zwischen Spitzen einspannt und umlaufen läßt, während die Kluppe mit der Hand gehalten wird und sich von selbst der Länge nach fortschraubt. — Eine ähnliche Beschleunigung der Arbeit, wie durch Anwendung der Drehbank, findet bei der **Leierkluppe** (filière mécanique, *screwing table)*[1]) statt. Hier ist nämlich der Körper der Kluppe (der eiserne Rahmen, welcher die Backen einschließt) ohne Handgriffe in aufrechter Stellung unbeweglich befestigt, und die Schraube, welche man schneidet, wird an ihrem Kopfe in einer Art Zange am Ende einer horizontalen Welle eingeklemmt. Letztere dreht man mittelst einer Kurbel (zuweilen durch Hülfe von Rad und Getriebe zu Verstärkung der Kraft) um, während sie in den Lagern einer Längenschiebung folgt, welche ihr durch die schraubende Bewegung des Arbeitstückes zwischen den Schneidbacken aufgenöthigt wird. Im kleinen Maßstabe bedient man sich dieser Vorrichtung zum Schneiden ordinärer Holzschrauben; mehr im Großen ausgeführt zum Schneiden der Gewinde an **Schraubbolzen** (boulons taraudés, *screw bolts).* Genaue oder sehr schöne Schrauben sind bei dieser Verfertigungsart nicht wohl zu erwarten.

Die Größe der Kluppen ist nach der Dicke der zu schneidenden Schrauben sehr verschieden. Es ergibt sich aus der Natur der Sache, daß zu jeder Art und jedem Feinheitsgrade des Gewindes eigene Backen erforderlich sind, sowie daß in einem Backenpaare nur Schrauben, die an Durchmesser sehr wenig von einander verschieden sind, geschnitten werden können. Schrauben von mehr als 3mm Dicke, bis hinauf zu 25 und selbst 50mm eignen sich zur Hervorbringung mittelst Kluppen; doch erfordern solche, deren Durchmesser über 25mm beträgt, schon bedeutende Kraft, folglich sehr lange Kluppen und oft die Anstellung von zwei Arbeitern. Gewinde von einer gegen den Spindeldurchmesser beträchtlichen Tiefe (wie jene der guten **Holzschrauben**, desgleichen die meisten flachen Gewinde) können mit gewöhnlichen Backen nicht schön geschnitten werden, wovon der Grund weiter unten erhellen wird (S. 328, 329).

Die Vorzüge der Kluppen vor den Schneideisen sind: daß die Backen durch verschiedenartige Einkerbungen, welche man ihren Gewindgängen gibt — und zum Theil schon, unabhängig hiervon, durch ihre Gestalt und Stellung überhaupt — in weit höherem Grade schneidend wirken, als das Gewinde im Loch eines Schneideisens; daß den abgetrennten Spänen in dem offenen Raume zwischen beiden Backen ein weit besserer Ausgang dargeboten ist; daß man eben deshalb die Dicke oder Höhe der Backen weit größer machen und durch die in ihnen enthaltene ansehnliche Zahl von Gewindgängen (5 oder 6 bei flachen, 6 bis 15 bei scharfen Gewinden) eine Ausgleichung oder Korrektion der in einzelnen Gängen vorhandenen Unregelmäßigkeiten herbeiführen kann; endlich daß die Backen zu oft wiederholten Malen, und jedes Mal mit erneuertem Erfolge, auf die in Arbeit genommene Spindel einwirken, wodurch eine Tiefe des Gewindes erreichbar wird, die mit dem rasch und gewaltsam wirkenden Schneideisen nicht zu erzielen sein würde. — Die Backen werden in der zugehörigen Kluppe selbst geschnitten, mittelst eines zylindrischen, der Länge nach eingekerbten Schraubenbohrers (**Backenbohrer**, **Normalbohrer**, **Originalbohrer**, mère, taraud mère, *plug tap, original tap, master tap),* indem man diesen im Schraub-

[1]) J. Zipper, Theoretisch-praktische Anweisung zu Schlosserarbeiten, II. Abtheil. Augsburg 1801, Heft 1.

stocke aufrechtstehend befestigt, die noch ungehärteten Backen in die Kluppe einlegt und letztere ebenso wie beim Schneiden einer Spindel handhabt.

Abänderungen der Kluppen kommen in Menge vor. Sie betreffen: a) Die Einschnitte oder Kerben in den Backen (s. oben), welche man anbringt, um sie schärfer schneidend zu machen und den Spänen freien Austritt zu gewähren, damit letztere nicht in die geschnittene Schraube sich eindrücken und dieselbe verderben. b) Die Art der Einlegung der Backen in die Kluppenöffnung, wobei die Hauptrücksichten immer sein müssen, eine dem Wanken nicht unterworfene Lage zu erhalten und die Backen schnell auswechseln zu können. c) Die Stellschrauben zur Annäherung der Backen gegen einander[1]), in welcher Beziehung zwei Stellschrauben besser sind als eine, weil im erstern Falle leichter der Bedingung zu genügen ist, daß die Oeffnung der Backen in der verlängerten Achse der beiden Griffe und zugleich im Schwerpunkte der Kluppe liegen soll, um ein einseitiges, der Genauigkeit des erzeugten Gewindes nachtheiliges Uebergewicht zu vermeiden. d) Die ganze äußere Form der Kluppe, in welcher Hinsicht außer mannigfaltigen anderen Modifikationen[2]) namentlich der Scharnierkluppen, Scherkluppen (filière à charnière, *hinged screwing stock*) zu gedenken ist; ferner der Kluppe zum Schneiden konischer Holzschrauben (S. 339), deren Backen nicht durch Stellschrauben, sondern mittelst einer starken Feder gegen einander gedrückt werden, um sich jederzeit der konischen Gestalt der in Arbeit befindlichen Schraube anschmiegen zu können[3]); der Zirkular-, Ratsch- oder Retsch-Kluppe[4]); ꝛc. e) Die Anzahl der Backen, indem außer den gewöhnlichen zweibackigen Kluppen — und abgesehen von der nicht empfehlenswerthen Methode, Backen zu mehreren verschiedenen Gewinden zugleich in der Kluppe liegen zu haben — auch solche mit drei (im gleichseitigen Dreieck gestellten) oder vier (im Quadrate stehenden), ja sogar fünf Backen vorkommen. Vorzüge dieser Einrichtung sind: daß die Kluppe eine bessere Führung bekommt und unter einem etwas ungleichmäßigen Drucke auf die Griffe weniger leicht wankt, weil die von den Backen dargebotenen Stützpunkte auf der in Arbeit befindlichen Schraube eine günstigere Lage in Beziehung zu den Griffen haben; — daß eine größere Anzahl schneidender Ecken oder Kanten vorhanden ist; — daß man, bei der vermehrten Anzahl der Backen, die einzelnen Backen sehr schmal machen kann, wodurch schon gleich beim Anfange des Schneidens fast die ganzen Gangkanten in Berührung mit der Spindel treten und folglich der Kluppe eine zuverlässigere Führung verschaffen; endlich daß bei der Kleinheit ihres mit Gewindgängen versehenen Bogens (30 bis 45° oder weniger) die Backen gleich gut auf Spindeln von ziemlich verschiedener Dicke arbeiten und man folglich nicht darauf beschränkt ist, mit gegebenen Backen nur Schrauben von einem einzigen bestimmten Durchmesser zu schneiden. Vierbackige[5]) und fünfbackige[6]) Kluppen finden sich selten. Die dreibackigen werden theils so eingerichtet, daß jeder Backen eine besondere unabhängige Stellschraube hat[7]); theils so, daß ein Backen fest liegt, die beiden anderen ihm durch Keil- oder Schraubenstellung gleichzeitig genähert werden[8]); theils so, daß alle drei Backen eine gleich-

---

[1]) Brevets 1844, T. 16, p. 93. — Génie ind., IX. 119. — Polyt. Journ., Bd. 137, S. 164. — Polyt. Centr. 1855, S. 648; 1860, S. 1037; 1863, S. 1327. — Jobard, Bulletin, T. 38, p. 70.

[2]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 520. — Polyt. Centr. 1842, Bd. I., S. 392. — Polyt. Journ. Bd. 47, S. 447.

[3]) Mittheilungen, Lief. 24 (1841), S. 239. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 88.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 108, S. 178. — Polyt. Centr. 1848, S. 809; 1856, S. 329. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 28, S. 147. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 147.

[5]) Bulletin d'Encouragement, XXXVII. (1838), p. 364. — Brevets LXXVII. 565. — Brevets 1844, T. 12, p. 43. — Génie ind., I. 60, V. 325. — Polyt. Journ., Bd. 71, S. 197. — Polyt. Centr. 1851, S. 1030.

[6]) Polyt. Centr. 1860, S. 1290. — Jobard, Bulletin, T. 40, p. 89.

[7]) Brevets, LIV. 64. — Brevets 1844, T. 12, p. 8; T. 43, p. 57. — Polyt. Centr. 1852, S. 135.

[8]) Polyt. Centr. Neue Folge, I. (1843), S. 123; 1864, S. 159. — Polyt. Journ., Bd. 88, S. 110; Bd. 169, S. 404. — Deutsche Gewerbezeit. 1849, S. 611. — Brevets, LXXVII. 565. — Génie ind., V. 325. — Jobard, Bulletin, T. 44, p. 293.

zeitige Bewegung durch irgend einen gemeinschaftlichen Mechanismus empfangen[1]): die letztgenannte Methode ist nicht nur die bequemste, sondern auch die beste, weil sie das gleichmäßige Vorrücken aller Backen sichert.

Ein paar nützliche Kunstgriffe bei Anwendung der Schraubenkluppen (im Besondern der gewöhnlichen zweibackigen) sind zu erwähnen. Linke Schrauben lassen sich mit Backen, deren Gewinde ein rechtes ist, verfertigen, indem man einen der stählernen Backen aus der Kluppe entfernt, ihn durch einen messingenen ohne Gewinde (bloß mit einem glatten bogenförmigen Ausschnitte) ersetzt, und nun wie gewöhnlich — nur mit Drehung der Kluppe nach der linken Seite, und einem angemessenen Drucke nach abwärts — arbeitet. Wesentlich jedoch ist hierbei, daß der Ausschnitt des stählernen Backens merklich stärker gekrümmt sei, als ein Bogen vom Querschnitte der behandelten Spindel, damit selbst zu Ende der Arbeit das erzeugte linke Gewinde nicht die Gänge im Backen berühre, von welchen es zerstört werden würde. Auch kann man sich, statt des stählernen Backens, eines vierkantigen Schraubenbohrers, der in der Kluppe angebracht wird, auf ähnliche Weise und mit gleichem Erfolge bedienen. — Mit Backen, welche ein einfaches Gewinde enthalten, lassen sich mehrfache Schrauben schneiden, wenn man an der Kluppe eine Einrichtung anbringt, wodurch es möglich wird, die Backen schräg zu stellen, mithin den Gängen derselben, bezogen auf die Umdrehungs-Ebene und den rechtwinkligen Querschnitt der Spindel, eine Neigung zu geben, welche einem bestimmten mehrfachen Gewinde entspricht[2]).

Die Erzeugung höchst genauer Schrauben ist, bei den gewöhnlichen Einrichtungen der Kluppen, äußerst schwierig, ja geradezu unmöglich. Die Ursachen davon liegen theils in der Konstruktion, theils in der Gebrauchs- und Wirkungsart der Kluppe und lassen sich etwa folgendermaßen nachweisen: 1) die Schraubengänge der Backen sind oft ein wenig ungleich und fehlerhaft, weil die Verfertigung der Backen und der dazu dienenden Bohrer ebenfalls den allgemeinen Schwierigkeiten unterliegt. — 2) Tritt das geringste Wanken der Backen während des Schneidens ein, so hört die Lage der Gänge auf, einer richtigen regelmäßig fortlaufenden Schraubenlinie zu entsprechen. — 3) Hat die Kluppe auf einer Seite ein Uebergewicht, oder wird sie auf verschiedenen Seiten oder in verschiedenen Perioden ungleichmäßig niedergedrückt, so erhalten die Gänge der Backen eine ungehörige Neigung gegen die Spindel, und das geschnittene Gewinde zeigt dieselben Unregelmäßigkeiten. Zugleich wird leicht eine Krümmung der Spindel herbeigeführt. — 4) Beim Umdrehen der Kluppe werden beide Hände dergestalt gebraucht, daß sie nach jeder halben Umdrehung an den Griffen wechseln. Das augenblickliche Stillstehen der Kluppe, welches hierbei stattfindet, äußert sich meistens durch eine ungleiche Stelle in dem geschnittenen Gewinde. — 5) Die Backen üben ihrer Natur nach keine rein schneidende Wirkung aus, sondern quetschen und stauchen nebenbei mehr oder weniger das Metall der Spindel von der Oberfläche heraus und in ihre eigenen vertieften Gänge hinein (das Aufschneiden). Verzögerung der Arbeit, Vermehrung des Kraftbedarfes und schlechte (oft unganze) Beschaffenheit des erzeugten Gewindes sind die Folgen hiervon. Besonders schlecht schneiden die Backen in der spätern Periode der Arbeit, wenn die erzeugte Schraube tiefer in den Bogenausschnitt der Backen eingetreten ist und weniger von den Ecken derselben als von den Gewindkanten angegriffen wird. Die erwähnte fehlerhafte Wirkungsweise der Backen hat immer zur Folge, daß die Spindel durch das Schneiden des Gewindes ein wenig an Dicke zunimmt, und ist hieran zu erkennen. — 6) Zu Anfang des Schneidens greifen nur die zahnförmigen äußersten Enden der in den Backen befindlichen Schraubengang-Segmente an, und es hängt fast vom Zufalle ab, ob das Fortschreiten dieser Zähne auf der Spindel in der richtigen Weise stattfindet. Erst späterhin erhält das Gewinde in dem Innern der Backen eine Leitung, wodurch aber ein entstandener Fehler nicht mehr ganz beseitigt werden kann, oder wenigstens eine schlechte Form der Gewindgänge hinterläßt. — 7) Bei dem Beginn des Schneidens erzeugen die Backen auf dem Umkreise der Spindel ein Gewinde von demjenigen Neigungswinkel, welcher ihren zuerst angreifenden Gangkanten eigen ist. Mit dem Fortschreiten der Arbeit aber muß das angefangene Gewinde sich den tiefer im Innern der Backen liegenden Gangtheilen, in welche es nach und nach eintritt, anbequemen und danach eine solche Veränderung erleiden, daß der Neigungswinkel sich bis zu dem dort vorhandenen Maße verkleinert; d. h. es werden die hohen

[1]) Armengaud, III. 42. — Bulletin de Mulhausen, XVIII. (1844), p. 267. — Jobard, Bulletin, III. 106. — Brevets, LV. 384. — Polyt. Journ., Bd. 56, S. 6. — Gewerbeblatt für Sachsen 1838, S. 211. — Mittheilungen, Lief. 4. (1835), S. 241.

[2]) Polyt. Centr. 1852, S. 135.

Gänge allmälig um so viel beschnitten, als jene Veränderung erfordert. Dies thut der richtigen und schönen Gestalt des Gewindes desto mehr Eintrag, je größer der Unterschied zwischen dem Neigungswinkel in der Tiefe und auf dem Außenrande des Gewindes ist. Dieser Fehler wird demnach bei flachen und bei mehrfachen Gewinden viel auffallender als beziehungsweise bei scharfen und bei einfachen, und ist die Ursache, warum jene unvollkommen ausfallen, wenn sie mit gewöhnlichen Backen geschnitten werden. Um sich hierüber Rechenschaft zu geben, nehme man eine Schraube von 24 mm Durchmesser als Beispiel. Einer solchen gibt man in der Regel auf 24 mm Länge 4 Gänge eines flachen, dagegen aber 8 Gänge eines scharfen Gewindes. Beim flachen Gewinde wird die Tiefe des Ganges = der Breite = $^1/_8$ des Durchmessers genommen, bei dem scharfen Gewinde eben so; in beiden Fällen bleibt also dem Kerne ein Durchmesser = 18 mm. Nach diesen Grundlagen berechnet sich der Neigungswinkel des flachen Gewindes am äußern Rande = 4° 33′, auf dem Kerne = 6° 3′; des scharfen Gewindes am äußern Rande = 2° 17′, auf dem Kerne = 3° 2′: sodaß der Unterschied bei ersterem = 1° 30′, bei letzterem nur halb so viel, nämlich 45′, beträgt. Dem entsprechend wird beim Fortgange der Arbeit das flache Gewinde stärker beschnitten und verändert als das scharfe. Rücksichtlich der mehrfachen Schrauben gibt eine der vorstehenden verwandte Betrachtung ein noch schlagenderes Resultat. Das doppelte flache Gewinde z. B. auf einer 24 mm dicken Spindel mit 3 mm breiten und 3 mm tiefen Gängen hat den Neigungswinkel am äußern Rande = 9° 3′, auf dem Kerne = 11° 59′, zeigt also eine Differenz von 2° 56′. — 8) Finden sich (wie beim Eisen so oft) Theile von ungleicher Härte in dem Materiale der zu bearbeitenden Spindel, so weichen die Backen vor den härteren Stellen in gewissem Grade zurück, schneiden dagegen an den weicheren mehr ein. Dadurch wird die Spindel unrund (excentrisch), oder an verschiedenen Stellen ungleich dick, oder das Gewinde fällt durch die bei dem ungleichen Widerstande stattfindenden Erschütterungen wellenförmig aus. — 9) Indem durch den Druck der Backen die Spindel nicht bloß eingeschnitten, sondern auch zusammengedrückt wird, entsteht, wenn wegen ungleicher Härte dieses Zusammenpressen stellenweise ungleich ist, leicht eine Krümmung der Spindel, besonders wenn sie dünn und lang ist. Werden nun gar die Backen zu stark zusammengeschraubt, so klemmen sie die Spindel so fest zwischen sich ein, daß letztere sich erst ein wenig um ihre Achse windet, bevor sie dem Einschneiden der Backen Stand hält. Je dünner die Spindel, desto größer ist die Gefahr, welche dieser Umstand droht. — 10) Selbst die beim Schneiden entstehende Erwärmung der Backen und der Spindel kann kleine Unrichtigkeiten herbeiführen in Folge der an verschiedenen Punkten leicht etwas verschiedenen Ausdehnung, — ein Umstand, welcher jedoch nur bei sehr genauen (Mikrometer-) Schrauben einen fühlbaren Einfluß zu äußern im Stande ist.

Die eben bezeichneten Mängel sind, wenn auch nicht durchgehends ihren Ursachen nach, doch wenigstens in ihren Erscheinungen, jedem erfahrenen Mechaniker bekannt. Man hat daher auch vielfältig versucht, ihnen abzuhelfen, und dazu hauptsächlich folgende Mittel mit mehr oder weniger Erfolg angewendet: Dem unter 1) angeführten Mangel kann natürlich nur dadurch begegnet werden, daß man die Bohrer und Backen mit der äußersten Sorgfalt und mit Berücksichtigung der im Nachstehenden angedeuteten Verbesserungen, verfertigt. Auch ist anzurathen, daß man lange oder dicke Backen (welche ziemlich viele Gänge enthalten) gebrauche, indem dann die einzelnen Gänge derselben beim Schneiden ihre Arbeit gegenseitig besser korrigiren und mehr Gleichförmigkeit in das Gewinde kommt. Einen ähnlichen Zweck hat es, wenn man zuweilen mit umgekehrter Kluppe nachschneidet, d. h. die vorher oben gewesene Fläche der Backen nach unten wendet. — Zu 2) ergibt sich die Abhülfe von selbst in dem genauesten Einpassen der Backen in die Kluppe, welches so geschehen muß, daß sie nicht im Mindesten schlottern oder wanken können. — Wenn die Backen im Schwerpunkte der Kluppe angebracht sind, so ist der erste Theil des Punktes 3) erledigt; was die dortige zweite Bemerkung sowie Punkt 4) betrifft, so muß in diesen Beziehungen die Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des Arbeiters fast Alles leisten. Einen wesentlichen Vortheil gewährt jedoch auch die Anwendung der drei- und vierbackigen Kluppen (S. 327). — In Ansehung des Punktes 5) sind zweckmäßig gestaltete und angeordnete Einkerbungen der Gewindgänge in den Backen von wesentlichem Nutzen. Backen, deren mit Gewinde versehener Bogenausschnitt ein kleiner Theil des Kreises ist, schneiden wegen günstiger Stellung ihrer Ecken gegen den Umkreis der Schraube besser als solche, wo der Ausschnitt sich mehr dem Halbkreise nähert; doch gestatten nur drei- oder mehrbackige Kluppen, in dieser Beziehung sehr weit zu gehen, weil zwei schmale Backen der Kluppe keinen genügend festen Halt gegen das Wanken verschaffen. Künstlichere aber sehr wirksame Mittel, um die schneidende Wir-

kung der Backen zu erhöhen, bestehen — abgesehen von besonderen Zurichtungen ihrer Gewindgänge[1]) — darin, in zweibackigen Kluppen den einen Backen entweder so einzulegen, daß er als Ganzes bei Drehung der Kluppe ein wenig seitwärts sich wendet und mit der angreifenden Ecke gegen die Schraube sich andrängt[2]); oder in demselben einen auf ähnliche Weise beweglichen Kamm von Zähnen, welche Theile der Gewindgänge sind, anzubringen[3]). — Zu 6) kann empfohlen werden, den einen Backen so auszufeilen, daß nur in der Mitte seines Ausschnittes die Schraubengänge unversehrt bleiben, dieselben aber nach den Rändern hin allmälig und an den äußersten Enden ganz weggenommen werden. Jeder Gang erhält dadurch eine sichelförmige oder mondviertelartige Gestalt[4]). Bei dieser Veranstaltung kommt die bearbeitete Spindel gleich anfangs mit dem Gewinde im Innern dieses Backens in Berührung und findet darin eine Leitung, sobald nur ein Mal die erste Spur eines Gewindes geschnitten ist; der andere Backen ist dann ganz allein der schneidende. Gleichen Nutzen gewähren sehr schmale Backen, von welchen man, wie vorhin erwähnt, drei oder vier in der Kluppe anbringt. — In Bezug auf 7) ist eine Einrichtung erdacht, durch welche den Backen die Fähigkeit ertheilt wird, einen verschiedenen Neigungswinkel gegen die Spindel anzunehmen, sodaß sich bei der Fortsetzung des Schneidens ihre Gänge stets genau dem angefangenen Gewinde anschmiegen. Man hat dies erreicht, indem man jeden Backen (oder wenigstens einen), statt unmittelbar in die Kluppe, in eine um einen Zapfen drehbare Gabel einlegte, wobei es sich von selbst versteht, daß die Achse dieses Zapfens rechtwinklig die Achse der in Arbeit befindlichen Spindel durchkreuzen, auch die Bewegung höchst sanft und genau sein muß. Sonst hilft man sich auch wohl, namentlich bei sehr stark steigenden (z. B. zweifachen) Gewinden, dadurch, daß man zwei Backenpaare nach einander anwendet, das eine zum Anfangen, das andere zum Fertigmachen, und zwar so, daß in dem zweiten Paare die (das Gewinde enthaltenden) Bogenausschnitte von etwas kleinerem Halbmesser sind, als der durch das Schneiden schon verminderten Dicke der Spindel entspricht. Das beste Mittel aber, um auch die tiefsten Gewinde (also z. B. die flachen) von möglichst genauer und gut aussehender Gestalt mittelst Kluppen darzustellen, besteht darin, daß man die Backen gar nicht zum Einschneiden der Gänge, sondern einzig zur Führung der Kluppe auf der sich bildenden Schraube benutzt, das Schneiden dagegen durch einen Meißel oder Zahn (barin, *cutter*) verrichten läßt, welcher in oder auf dem einen Backen angebracht und allmälig vorgerückt wird, sodaß sein schneidendes Ende nach und nach die Gänge vertieft[5]). Gewöhnlich bringt man zwei Zähne, einen oben und einen unten im Backen, an[6]). Im Anfange der Arbeit setzt man zwar die Zähne außer Wirksamkeit und schneidet wie gewöhnlich mittelst der Backen die ersten Spuren der Gewindgänge ein; alsdann aber werden die Backen einander nicht weiter genähert, sondern die Fortsetzung und Beendigung des Schneidens findet bloß mittelst der Zähne statt, die als ein Theil der Kluppe sich die Spindel entlang fortschrauben: hierbei haben die Backen einzig das Geschäft, durch Eingreifen ihrer Gewindgänge zwischen die von den Zähnen geschnittenen die Kluppe in der richtigen Schraubenlinie zu führen; und da jenes Eingreifen stets nur ein oberflächliches bleibt, so genügt es, in den Backen Schraubengänge ohne alle Tiefe, welche nur durch

---

1) Mittheilungen 1860, S. 203. — Brevets 1844, T. 31, p. 308; T. 41, p. 7. — Génie ind., T. 15, p. 62. — Polyt. Centr. 1858, S. 441, 526; 1864, S. 1271; 1865, S. 380. — Schweiz. Z. 1857, S. 141; 1864, S. 44. — Deutsche Gewerbezeitung 1858, S. 86; 1864, S. 372. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 198. — Polyt. Journ., Bd. 149, S. 192; Bd. 158, S. 251.

2) Bulletin de Mulhausen, XVIII. 268. — Jobard, Bulletin, VII. 79. — Brevets, LXIV. 9. — Mittheilungen, Lief. 39 (1845), S. 264. — Schweiz. Z. 1857, S. 141; 1864, S. 44. — Deutsche Gewerbezeitung 1864, S. 372. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 413. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 59; 1858, S. 526; 1864, S. 1272.

3) Bulletin d'Encouragement, XLIV. (1845), p. 101. — Jobard, Bulletin, VII. 211. — Mittheilungen, Lief. 39, S. 261. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 15. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 63.

4) Jahrbücher, XIV. 299.

5) Polyt. Journ., Bd. 37, S. 344.

6) Bulletin d'Encouragement, XXXVII. (1838), p. 204. — Mittheilungen, Lief. 31 (1842), S. 253. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 2, S. 1061; Neue Folge, II. (1843), S. 6.

gratbartig hervorragende Linien angezeigt sind [1]), zu haben. Zur Vereinfachung dieses Apparates kann man die Backen und einen Schneidzahn in dem Maule einer Art Zange anbringen, diese im Schraubstocke befestigen und die Spindel mit der Hand hineindrehen [2]); verschiedener anderer den Kluppen mit Schneidzahn verwandter Vorrichtungen [3]) nicht zu gedenken. Am wirksamsten vermeidet man den unter 7) erwähnten Uebelstand, wenn man den Backen der Kluppe eine solche Form gibt, daß sie rein schneidend wirken und das Gewinde in einem Durchgang fertig schneiden können [4]). — Zu 8) darf nur bemerkt werden, daß man zu sehr genauen Schrauben das gleichförmigste Material (Gußstahl, und im schlimmsten Falle lieber noch Messing als geschmiedetes Eisen) anwenden muß. — In Ansehung des Punktes 9) ist die schon oben gegebene Bemerkung nicht außer Acht zu lassen, daß man die Stellschrauben der Backen nur sehr mäßig nachschraube und die Arbeit nicht übereile. Durch diese Vorsicht wird zugleich (s. 10) eine bedeutende Erwärmung vermieden, die man allenfalls dadurch ganz fern halten kann, daß man, statt Oel anzuwenden, die Backen und die Spindel fleißig mit Wasser betröpfelt. Letzteres Verfahren, welches von manchen Arbeitern für sehr nützlich gehalten wird, ist jedoch nur eine Scheinhülfe, sofern es einen Grad von Erwärmung, welcher durch behutsames Arbeiten vermieden werden könnte, auf solche Weise unterdrückt, aber die genannten üblen Folgen eines zu raschen Angreifens der Backen unvermindert bestehen läßt.

Ist es nicht gelungen, durch Anwendung aller in einem bestimmten Falle zu Gebote stehenden Mittel eine tadellose Schraube darzustellen, so ist eine Verbesserung der vorhandenen Mängel selten zu einiger Genüge möglich. Man muß oft das Gewinde zum Theile wegfeilen (besser wegdrehen) und wieder nachschneiden. Kleine Ungenauigkeiten der Gänge oder geringe Unregelmäßigkeiten in der Dicke der Spindel kann man zu beseitigen versuchen, indem man die Schraube rundlaufend in die Drehbank legt und vorsichtig mit einer darüber gegossenen, in zwei Theile zerschnittenen bleiernen Mutter abschmirgelt. Krumme Spindeln richtet man, so gut es gehen will, mit einem hölzernen Hammer gerade, wobei aber die Entstehung neuer Ungenauigkeiten im Gewinde unvermeidlich ist.

2) Die Drehbank, zum Schraubenschneiden angewendet.

Schraubengewinde an gedrehten Arbeiten, vorzüglich wenn diese von etwas bedeutendem Durchmesser oder hohl und dünnwandig sind (so, daß sie dem Drucke eines Schraubenbohrers oder der Backen in einer Kluppe nicht widerstehen könnten), werden auf der Drehbank mittelst sogenannter Schraubstähle (Strehler, peignes, *screw-tools, screwing tools, comb screwing-tools)* geschnitten. Man erzeugt auf diese Weise nie andere als scharfe Gewinde und selten solche von bedeutender Länge. Der Schraubstahl ist ein Drehstahl, statt der Schneide eine Anzahl spitziger und scharfer Zähne enthaltend, deren Gestalt und Größe dem Durchschnitte der Schraubengänge entspricht. Man unterscheidet auswendige Schraubstähle (peigne mâle, *outside, screw-tool)* und inwendige (peigne femelle, *inside screw-tool)*: erstere werden auf der äußern zylindrischen Oberfläche der Arbeitstücke gebraucht und rechtwinklig gegen die Umdrehungsachse angehalten, daher ihre Zahnreihe quer am äußersten Ende des Werkzeuges steht; die anderen gebraucht man zum Schneiden der Muttergewinde im Innern zylindrischer Höhlungen, sie werden parallel mit der Umdrehungsachse angelegt und ihre Zähne stehen deshalb seitwärts. Ein auswendiger und ein inwendiger Stahl, mit übereinstimmenden Zähnen, gehören immer zusammen und für jedes verschiedene Gewinde ist ein besonderes Paar Schraubstähle erforderlich.

Die Verfertigung der Schraubstähle geschieht auf verschiedene Weise [5]), am besten mittelst einer gehärteten stählernen Scheibe (*hob*) von etwa 25 bis 35 mm Durchmesser

[1]) Mittheilungen, Lief. 11 (1836), S. 254. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 182.
[2]) Mittheilungen, Lief. 29 (1842), S. 133. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 1 (1843), S. 75.
[3]) Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 71, 362. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 163; Bd. III. (1844), S. 102. — Polyt. Journ., Bd. 90, S. 88.
[4]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 234.
[5]) Jahrbücher, IV. S. 413—420.

und 12mm Dicke, deren Zylinderfläche mit dem erforderlichen Schraubengewinde bedeckt und überdies mit schrägen Kerben versehen ist. Man spannt dieselbe in der Drehbank ein und läßt sie um ihre Achse laufen, während der Schraubstahl angehalten wird, in welchen sich so die Zähne nach und nach einschneiden, da die erwähnten Kerben ähnlich wie bei einem Backenbohrer (S. 326) schneidige Ecken oder Kanten darbieten.

Wenn ein Schraubstahl unbeweglich an die Arbeit gelegt wird, so dreht er eben so viele in sich selbst zurückkehrende Furchen ein, als er Zähne enthält. Damit ein Schraubengewinde entstehe, muß gleichzeitig mit der Umdrehung entweder die Arbeit oder der Stahl parallel zur Drehungsachse verschoben werden. Die Richtung dieser geradlinigen Bewegung bestimmt, ob das entstehende Gewinde ein rechtes oder linkes wird. Beträgt die Schiebung während jeder vollen Umdrehung gerade so viel wie die Breite eines Zahnes am Stahle, so entsteht ein einfaches Gewinde, dessen Ganghöhe der Breite der Zähne gleich wird; dies ist die eigentliche und richtige Anwendungsart der Schraubstähle. Würde man aber die Schiebung schneller oder langsamer einrichten, so kann nur bei einem einfachen Verhältnisse derselben zur Zahnbreite ein allenfalls brauchbares Gewinde entstehen, sonst bloß eine unnütze Masse von schraubenartig gewundenen Furchen.

Wäre z. B. die Fortschreitung des Stahles in der Zeit, während welcher die Arbeit eine Umdrehung macht, gleich der halben oder doppelten Zahnbreite, so würde im ersteren Falle ein einfaches Gewinde mit halb so breiten Gängen, im letzteren Falle aber ein doppeltes Gewinde mit Gängen von unveränderter Breite sich bilden.

Bei der Verfertigung der Schrauben durch Schraubstähle auf der Drehbank wird immer nur ein kurzes Stück des Gewindes (von höchstens 20mm oder wenig darüber in der Länge) auf ein Mal geschnitten, und dabei macht die Drehbankspindel eine angemessene Anzahl von Umdrehungen in der gewöhnlichen Richtung. Hat die Schiebung ihr Ende erreicht, so muß (durch zweckmäßige Regierung des Trittes) die Spindel mit der Arbeit eben so oft rückwärts umlaufen, wobei der Schraubstahl ein wenig von der Arbeit abgezogen wird; dann fängt die erste Bewegung wieder an u. s. f., bis das Gewinde tief genug und völlig ausgeschnitten ist. Wird eine größere Länge desselben erfordert, so erreicht man diese durch Fortsetzung, indem man den Schraubstahl auf die zunächst anstoßende Stelle bringt und dort in gleicher Weise wirken läßt.

Die Ursache dieses zeitraubenden und leicht die vollkommene Gleichheit des Gewindes beeinträchtigenden Verfahrens ist, daß man wegen praktischer Hindernisse weder der Spindel mit dem daran befestigten Arbeitstücke eine Schiebung von bedeutender Länge zu ertheilen, noch auch den Schraubstahl auf eine große Strecke mit Sicherheit in unveränderter Lage gegen die Umdrehungsachse fortbewegen kann.

Die Einrichtungen zum Schraubenschneiden auf der Drehbank sind, wie schon aus einer oben gemachten Andeutung hervorgeht, von zweierlei Art, je nachdem nämlich der Drehbankspindel nebst dem Arbeitstücke, oder dem Schraubstahle, die schiebende Bewegung ertheilt wird.

a) Wenn der Spindel die Schiebung gegeben werden muß, so beschreibt jeder Punkt auf dem Umkreise derselben (durch die vereinigte Wirkung der Umdrehung und Schiebung) eine Schraubenlinie, und Gleiches ist der Fall mit dem Arbeitstücke. Der Schraubstahl wird dabei unbeweglich angehalten. Um die schraubende Bewegung der Spindel zu erzeugen, bringt man gewöhnlich auf derselben ein Stück eines bestimmten Schraubengewindes, eine sogenannte Patrone (Schraubenpatrone, pas de vis) an, welcher der gebrauchte Schraubstahl hinsichtlich der Feinheit seiner Zähne entsprechen muß. Die Länge der Patrone beträgt 12 bis 30mm und umfaßt 8 bis 16 Gewindgänge. Unter der Patrone wird ein Stück mäßig harten, allenfalls mit Hutfilz bekleideten Holzes (Register, clef) festgelegt, in welches die Gänge der Patrone sich eindrücken, sodaß die Spindel bei ihrer Umdrehung genöthigt ist, sich auf der Unterlage wie in einer Mutter zu schrauben. Begreiflicher Weise wird hierzu erfordert, daß die Spindel in zwei zylindrischen Lagern laufe, wodurch solche Drehbänke zum Drehen sehr genauer Arbeiten weniger tauglich werden (vergl. S. 292). An älteren Drehbänken findet man wohl noch die Einrichtung, daß 6 bis 12 Patronen

mit verschiedenen Gewinden auf den zwischen Vorder- und Hinterdocke befindlichen Theil der Spindel selbst geschnitten sind (**Schraubenspindel**, **Patronenspindel**, **Patronen-Drehbank**, tour à pas de vis, *screw-mandrel lathe*)[1]). Dadurch wird aber die letztere unverhältnißmäßig lang und schwer, läuft auch deshalb leichter unrund und ist mühsam zu verfertigen. Jetzt zieht man es daher immer vor, am hintersten Ende der Spindel jedesmal nur die eben nöthige Patrone aufzustecken, indem man die Patronen als besondere Stücke in Gestalt kurzer messingener Röhren (manchon), welche äußerlich das Gewinde enthalten, verfertigt.

Da man mit Patronen stets nur eine beschränkte Anzahl von Gewinden hervorbringen kann, nämlich diejenigen, zu welchen man eben die Patronen hat, so sind Versuche gemacht worden, mit Ersparung der Patronen, durch Hebel, schiefe Flächen u. s. w. die Schiebung der Spindel in jedem beliebigen Maße zu erzeugen und dadurch — innerhalb gewisser Grenzen — alle Abstufungen von Gewinden hervorzubringen[2]). Doch sind diese Vorrichtungen meist schwerfällig oder ziemlich zusammengesetzt, nebenher auch entbehrlich, da bei der jetzt üblichen Art, die Patronen einzeln auf die Spindeln zu stecken, nöthigen Falles eine größere Anzahl derselben (z. B. 24) bereit gehalten werden kann. Ohnehin nützt eine weiter gehende Mannigfaltigkeit der Gewinde wenig, weil es ja mit der veränderten Schiebung der Spindel allein nicht gethan ist, man vielmehr auch jedes Mal der entsprechenden Schraubstähle bedarf. — Um Schraubenpatronen von jeder beliebigen Ganghöhe auf der Drehbank zu erzeugen, wenn man nicht bereits im Besitze eines gleichen Gewindes ist, kann eine einfache Schneidplatte dienen, welche unter dem erforderlichen Winkel gegen die in ihren Lagern schiebbare Spindel aufgestellt wird und sowohl den Gang einschneidet, als durch ihr Eingreifen in den eben geschnittenen Theil desselben die angemessene Führung beim weiteren Fortschreiten bewirkt[3]).

b) Ertheilt man dem Schraubstahle die schiebende Bewegung, so darf die Spindel der Drehbank nur wie gewöhnlich rund umlaufen und man behält den Vortheil, sie am hintern Ende durch eine Spitze unterstützen zu können. Uebrigens kann die Führung des Stahles entweder aus freier Hand geschehen (fileter à la volée, wobei aber große Uebung des Arbeiters vorausgesetzt wird und dennoch nie ein sehr genaues und schönes Gewinde entsteht) oder durch einen Mechanismus, der die Schiebung in gehörigem Verhältnisse mit der Umdrehung der Spindel bewirkt.

Im letzteren Falle bedient man sich theils einer auf der Spindel angebrachten Schraubenpatrone in Verbindung mit Hebeln, Rädern u. dgl., theils mancherlei anderer Vorrichtungen, die aber alle ziemlich selten vorkommen. Leicht kann eine Vorrichtung angebracht sein, durch welche es möglich wird, mit geringer, augenblicklich zu bewerkstelligender Modifikation des Mechanismus, Gewinde von jedem beliebigen Grade der Feinheit zu schneiden, wenn man die dazu passenden Schraubstähle besitzt oder in deren Ermangelung einen einfachen Zahn (spitzen Drehstahl) gebraucht[4]). Insofern die Vorrichtungen solcher Art nicht selbst durch ein Mustergewinde (eine Patrone) in Thätigkeit gesetzt werden, kann man sie von der fast unvermeidlichen Ungenauigkeit eines solchen Originales unabhängig machen, und unter dieser Voraussetzung wird die Drehbank zur Erzeugung neuer und sehr genauer Gewinde wohl geeignet, wenn der Mechanismus nach guten Grundsätzen konstruirt ist. Freilich tritt dabei als Hinderniß in den Weg, daß die Drehbank schon wegen ihrer Größe kaum vollkommen von Wandelbarkeit und kleinen Unrichtigkeiten ihrer Bewegung freigehalten werden kann, weshalb es zur Hervorbringung feiner und möglichst genauer **Mikrometer-Schrauben** am zweckmäßigsten erscheint, sie in einer guten (dreibackigen)

---

[1]) Geißler's Drechsler, II. 39.

[2]) Bulletin d'Encouragement, XXXVII. (1838), p. 301. — Polyt. Journ., Bd. 70, S. 275. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 101. — Karmarsch, Mechanik, S. 264.

[3]) Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 70. — Polyt. Centr., Neue Folge, I. (1843), S. 165.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 21, S. 108. — Industriel, II. 36. — Jahrbücher, XVII. 201. — Mittheilungen, Lief. 3 (1835), S. 150. — Geißler's Drechsler, II. 43. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen 1841, S. 48. — Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländ. Kultur i. J. 1847. Breslau 1848, S. 268. — Polyt. Centr., Neue Folge, I. (1843), S. 209.

Kluppe mit Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln zu schneiden und dann mittelst eines Schraubstahles nachzudrehen und zu berichtigen, dazu aber eine klein und sorgfältig gebaute, der Patronendrehbank mit Spindelschiebung ähnliche Vorrichtung [1]) zu gebrauchen, in welcher die zu berichtigende Schraube selbst als Patrone dient.

Des Verfahrens, mit der Kluppe auf der Drehbank Schrauben zu schneiden, ist S. 326 gedacht. Es ist dabei vortheilhaft, mit der Kluppe das Gewinde nur anzufangen, das Fertigschneiden aber durch eine Vorrichtung mit einfachem Drehstahl [2]) zu bewirken.

Zur fabrikativen Herstellung kleiner Kopfschrauben aus Rundstahl sind neuerdings besondere kleine Drehbänke (Revolver-Drehbänke) in Gebrauch gekommen, bei denen auf einer Drehscheibe (Monitor) sämmtliche erforderliche Werkzeuge (Drehstähle, Schneidkluppen x.) untergebracht sind, welche der Reihe nach an dem rotirenden Arbeitstück zur Wirkung gebracht werden können [3]).

3) Schraubenschneidmaschinen

(machine à tailler les vis, machine à tarauder, machine à fileter, *screw-cutting engine)* sind vorzüglich in zwei Fällen ein Bedürfniß, nämlich zum Schneiden großer (entweder bedeutend langer oder dicker) Spindeln, sowie der dazu gehörigen Muttern; und zur fabrikmäßigen (also möglichst schnellen und gleichförmigen) Verfertigung kleinerer Schrauben.

a) Die Maschinen zum Schneiden langer Schraubenspindeln haben gewöhnlich eine den großen Drehbänken (Zylinderdrehbänken, S. 297) ganz gleiche Konstruktion (tour à fileter); und es sind demnach dieselben Maschinen, welche nach Bedürfniß zum Schraubenschneiden, oder als Drehmaschinen zum Abdrehen großer Walzen x., oder als Bohrmaschinen zum Ausbohren von Zylindern u. dgl. gebraucht werden. Das Gestell ist dem einer Drehbank ähnlich; eine Spindel (Laufspindel) und ein Reitstock sind zur Befestigung der Arbeit wie bei der Drehbank vorhanden. Die Umdrehung wird zuweilen durch eine große Handkurbel, in der Regel aber mittelst Riemenscheiben durch Dampfkraft hervorgebracht und vermöge gezahnter Räder mit angemessener Geschwindigkeit auf die Laufspindel übertragen. Parallel mit der letzteren liegt, die ganze Länge der Maschine einnehmend, eine starke Schraube, die Leitspindel, welche von der Laufspindel aus, oder wenigstens zugleich mit dieser, durch eine Verbindung von Zahnrädern umgedreht wird. Die Geschwindigkeit dieser Schraube muß mit jener der Laufspindel (und also des Arbeitstückes) in einem durch den Zweck bestimmten Verhältnisse stehen, welches durch Aufstecken verschiedener Räder (Wechselräder) nach Erforderniß abgeändert werden kann. Die Leitspindel ist zur Führung eines Supportes (chariot, *slide*) bestimmt, der auf den Wangen des Gestelles fast die ganze Länge des letzteren durchlaufen kann, in einer Richtung, welche parallel ist zur Umdrehungsachse des Arbeitstückes. — Wenn eine Schraube geschnitten werden soll, so wird der dazu bestimmte Zylinder rundlaufend eingespannt, auf der Maschine selbst abgedreht (chariotter, charioter, s. unten), und dann auf folgende Weise mit dem Gewinde versehen. In dem Supporte wird ein Schneidstahl, Zahn (outil, burin, *cutting tool*, *cutter*) angebracht, dessen schneidiges Ende flach oder zugespitzt ist, je nachdem ein flaches oder dreieckiges Gewinde geschnitten werden soll, und dessen Breite gleich sein muß: bei flachen Gewinden der halben, bei dreieckigen Gewinden der ganzen Ganghöhe. Das Räderwerk muß (mit Rücksicht auf die Ganghöhe der Leitspindel) so eingerichtet sein, daß der Support bei einer Umdrehung der Laufspindel um gerade so viel fortschreitet, wie die Ganghöhe des zu erzeugenden Gewindes beträgt. Die Leitspindel und der zu schneidende Zylinder müssen sich nach einerlei Richtung umdrehen, wenn erstere ein rechtes Gewinde hat und letzterer ein solches erhalten soll (wie beides fast immer der Fall sein wird). Man läßt den Schneidstahl

[1]) Berliner Gewerbeblatt, XVIII. (1839), S. 66.
[2]) Mittheilungen 1856, S. 9. — Polyt. Centr. 1856, S. 388. — Schweiz. Z. 1856, S. 65.
[3]) Armengaud, XVII. 382.

nicht gern sehr stark angreifen, weil sonst leicht Erschütterungen entstehen, welche der Schönheit und Genauigkeit des Gewindes nachtheilig sind. Hat der Stahl die ganze Länge des Zylinders durchlaufen, so zieht man ihn ein wenig zurück, führt den Support durch umgekehrte Drehung der Leitspindel (oder durch Auslösung der Leitspindel-Mutter und Benutzung einer dazu angebrachten Zahnstange mit Getriebe) wieder auf den Anfangspunkt seines Weges, stellt den Zahn weiter vor und wiederholt die Arbeit, was so oft geschehen muß, bis das Gewinde ausgeschnitten (vollendet) ist.

Da ein spitziger Schneidzahn, wie die Darstellung eines scharfen Gewindes ihn voraussetzt, sehr schnell abgestumpft wird, so schneidet man solche Gewinde anfangs mit einem Zahne, dessen Spitze gebrochen (durch eine kurze gerade Schneidkante weggenommen) ist, und gebraucht nur zuletzt einen spitzigen Zahn, um den einspringenden Winkel der tiefen Gewindgänge zu vollenden. Recht zweckmäßig ist es, den Schneidstahl aus einem Stück Rundstahl herzustellen, welches leicht so eingespannt werden kann, daß auch für Schrauben von verschiedenem Steigungswinkel die Schneide die richtige Stellung erhält.

Zur schnellen Auffindung der für jede geforderte Ganghöhe einer Schraube zwischen Laufspindel und Leitspindel einzuschaltenden Wechselräder hat man (zum Ersatz der sonst gebräuchlichen Tabellen) ein besonderes nach Art des Rechenschiebers eingerichtetes Instrument (Wechselrad-Indicator) in Anwendung gebracht[1]).

Um eine Mutter zu schneiden, befestigt man diese auf dem Support und spannt dagegen zwischen der Laufspindel und dem Reitstocke einen glatten eisernen Zylinder (*cutter bar*) ein, der durch die Oeffnung der Mutter geht und auf welchem der Zahn oder Schneidstahl (*cutter*) so angebracht ist, daß er sich allmälig weiter vorrücken läßt, um tiefer einzuschneiden. Uebrigens bleibt das Verfahren unverändert.

Es ist oben bemerkt worden, daß beim Schraubenschneiden der Weg des Schneidstahles während jeder vollen Umdrehung des Arbeitstückes gleich sein müsse der Ganghöhe des beabsichtigten Gewindes. Würde man einen flachen Zahn gerade halb so schnell gehen, d. h. in derselben Zeit nur um seine eigene Breite fortschreiten lassen, so würde er keinen hohen Gang bilden, sondern den Zylinder glatt abdrehen; ein Gleiches wird geschehen, wenn seine Bewegung noch langsamer ist. Dadurch hat man das Mittel in Händen, die Schraubenschneidmaschine zum Abdrehen anzuwenden, weil dazu nichts weiter erfordert wird, als eine bedeutende Verzögerung der Zuschiebung des Stahles. Um die Maschine als Bohrmaschine (für Zylinder u. dgl., die an beiden Enden offen sind) zu gebrauchen, verfährt man wie beim Schneiden einer Mutter, indem man dabei ebenfalls die erwähnte Verzögerung eintreten läßt.

Doppelte und mehrfache Gewinde entstehen, wenn — wie vorher — das Fortschreiten des Schneidstahles während einer Umdrehung eben so viel beträgt, wie die Ganghöhe (Steigung), dagegen die Breite des Stahles angemessen vermindert wird. Angenommen, das Fortschreiten betrage 24^{mm} und die Breite des flachen Schneidstahles nur 6^{mm}, so wird letzterer bei dem oben erklärten Verfahren eine Schraube bilden, an welcher der tiefe Gang 6^{mm}, der hohe 18^{mm} breit ist; aber man wird im Stande sein (nachdem während eines Stillstandes der Maschine der eingespannte Zylinder 180° um seine Achse gewendet wurde), durch einen zweiten Schnitt diesen hohen Gang in zwei, jeder 6^{mm} breit, zu theilen und zugleich den zweiten vertieften Gang, ebenfalls von 6^{mm} Breite, zu erzeugen. Wie man auf ähnliche Art dreifache, vierfache Gewinde erhält, ergibt sich von selbst.

In Ermangelung einer Maschine von der vorgeschriebenen Art kann folgende einfache Vorrichtung zum Schneiden dicker und nicht gar zu langer Schrauben mit Nutzen angewendet werden, wenngleich sie minder vollkommen wirkt und keine große Mannigfaltigkeit der Gewinde zuläßt[2]). Eine Musterschraube oder Leitspindel, welche von Eisen oder sogar nur von Holz sein kann, deren Gewinde aber dieselbe Ganghöhe wie die zu schneidende Schraube haben muß, ist dazu erforderlich. In einem passenden Gestelle liegt diese Leitspindel horizontal und wird durch eine Kurbel oder einen Kreuzhaspel (mit oder ohne Vorgelege von verzahnten Rädern) in ihrer Mutter langsam fortgeschraubt. Am Ende der Leitspindel wird (mittelst einer Kupplungshülse, eines Muffes, manchon) der Zylinder, der geschnitten werden soll, so angefügt, daß dessen Achse genau in die Verlängerung der Spindelachse fällt. Dieser Zylinder macht daher die Umdrehung mit und geht dabei durch die Oeffnung einer Docke, welche ihm als Stütze dient und zugleich den

[1]) Schweiz. polyt. Zeitschr. 1866, S. 4.

[2]) Zipper, Anweisung zu Schlosserarbeiten, II. Abtheil. Augsburg 1801, Heft 2.

schneidenden Zahn enthält. Es leuchtet ein, daß die erzeugte Schraube niemals länger sein kann, als die Musterspindel, und daß man von letzterer mehrere Exemplare mit verschiedenen Gewinden vorräthig haben müsse, um mehr als eine Gattung Schrauben schneiden zu können. — Muttern werden mit dieser Vorrichtung geschnitten, indem man erstere an der Docke, wo sonst der Schneidstahl sitzt, befestigt und mit der Leitspindel einen Zylinder verbindet, auf welchem der Zahn angebracht ist: gleichsam einen Schraubenbohrer, aber mit einer einzigen Schneide. Auf ähnliche Art schneidet man oft die Muttern für flache, in der Kluppe verfertigte Spindeln, wie bereits (S. 321) angedeutet worden ist. Man vereinfacht alsdann die Sache dadurch, daß man, um die Schraube selbst als Leitspindel benutzen zu können, bei deren Verfertigung eine zylindrische Verlängerung an ihr sitzen läßt, welche den Durchmesser des Kernes (der Spindel ohne Gewinde) hat, zur Anbringung des Schneidzahnes dient und nach Vollendung der Mutter weggeschnitten wird. Die Mutter, worin die Schraube als Leitspindel sich bewegen muß, wird zweitheilig aus Blei über die Schraube selbst gegossen[1]).

Nach gleichem Prinzipe baut man Maschinen zum Schneiden der Gewinde in den Schraubstock-Hülsen (S. 226), indem man eine vertikale durch Halslager gehörig unterstützte Welle — welche durch Riemenscheiben und Zahnräder umgedreht wird — mit zwei Verlängerungen versieht, nämlich oben mit der Leit- oder Muster-Schraube, unten mit einer glatten zylindrischen Stange, in welche der Schneidzahn eingesetzt ist[2]).

Mit einer einzigen Leitspindel können feinere und gröbere Gewinde geschnitten werden, wenn man erstere so anbringt, daß sie der zu schneidenden Schraube nur die Schiebung mittheilt, dagegen rücksichtlich der Umdrehung von derselben unabhängig ist; und wenn zugleich vermöge eines Räderwerkes Schiebung und Drehung des Arbeitstückes für jeden besondern Fall in den erforderlichen Einklang gebracht werden[3]).

Bei jeder Schraubenschneidmaschine mit einer Leitspindel hängt die Genauigkeit der erzeugten Gewinde — alle übrigen Einflüsse außer Acht gelassen — von der Richtigkeit der Leitspindel ab; denn eigentlich ist immer letztere die Grundlage des neu geschnittenen Gewindes, selbst wenn dieses eine abgeänderte Feinheit (Ganghöhe) darbietet. Da nun aber die Herstellung einer höchst genauen Leitspindel — bei der erforderlichen bedeutenden Länge derselben — fast als praktisch unmöglich angesehen werden kann, so darf man auch den Anspruch völliger Richtigkeit an die auf den gewöhnlichen Maschinen geschnittenen Schrauben nicht machen. Gleiches Bedenken erhebt sich mehr oder weniger gegen alle bisher beschriebenen Verfertigungsarten der Schrauben, bei welchen (wie bei den Kluppen, bei den Patronen-Drehbänken ꝛc.) ein schon vorhandenes Gewinde zu Grunde liegt. Allein wenn letzteres nur wenige Gänge enthält, so ist es leichter mit großer Genauigkeit darzustellen, gibt daher auch ein günstigeres Resultat. Um lange Schrauben mit möglichster Genauigkeit zu verfertigen, würde daher die Aufgabe sein: entweder gar kein Schraubengewinde als Grundlage dabei anzuwenden, oder doch nur ein Gewinde mit wenigen Gängen, welches auf das Sorgfältigste ausgearbeitet sein müßte. In letzterer Beziehung ist von Ramsden[4]) folgende Vorrichtung erfunden worden, um sehr genaue Schrauben (z. B. zu Eintheilungs-Maschinen für gerade Linien) hervorzubringen. Eine mittelst Kurbel umzudrehende stählerne Achse, worauf sich einige, sehr genau gearbeitete, Schraubengänge befinden, setzt als Schraube ohne Ende eine große messingene Scheibe und zugleich durch eine Verbindung von zwei Zahnrädern den Zylinder in Umdrehung, welcher zur Schraube geschnitten werden soll. Mit der erwähnten großen Scheibe ist konzentrisch eine kleinere Scheibe verbunden, um deren Umkreis sich bei der Drehung eine dünne und sehr biegsame Uhrfeder aufrollt. Letztere zieht hierbei den Support nach sich und führt so den Schneidstahl längs der in Arbeit befindlichen Spindel fort. Durch gehöriges Verhältniß der Dimensionen aller Theile bewirkt man leicht, daß ein Gewinde von beliebiger Feinheit herauskommt. Namentlich ist einzusehen, daß — alles Uebrige als unveränderlich angenommen — das Gewinde desto feiner ausfallen muß, je kleiner die Scheibe mit der Uhrfeder ist, je weniger weit sie also, während eines bestimmten Theiles der Umdrehung, den Support von seiner Stelle bringt. Résener[5]) leitet die Supportschiebung (unter gänzlicher Vermeidung

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 11 (1836), S. 257.
[2]) Polyt. Centr. 1849, S. 769. — Polyt. Journ., Bd. 113, S. 187.
[3]) Brevets, LV. 385.
[4]) Rees, Cyclopaedia, Vol. XIII. Artikel: Engine. — Geißler, über die Bemühungen ꝛc. (s. in der Note auf S. 254), S. 99.
[5]) Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 252. — Schweiz. polyt. Ztschr. 1869, S. 124. — Polyt. Centr. 1869, S. 717. — Polyt. Journ., Bd. 193, S. 116.

einer Leitspindel oder Schraube) von der Drehung der Laufspindel mittelst eines schief gestellten Lineales ab, welches durch Räderübersetzung eine langsame Verschiebung senkrecht zur Drehungsachse empfängt.

b) Ziemlich kurze und etwa 6 bis 70mm dicke Schrauben, wie die bei Maschinen so häufig vorkommenden Schraubbolzen (boulons taraudés, *screw-bolts*) werden — weit schneller als in der Hand-Kluppe — mit verschiedenen Bolzenschneidmaschinen (*bolt-screwing machine*) geschnitten, welche nicht mittelst eines Schneidzahnes, sondern mittelst einer zwei- oder dreibackigen Kluppe arbeiten, da es hier weniger auf besondere Schönheit der Gewinde als auf Schnelligkeit ihrer Erzeugung ankommt. Nach ihrem wesentlichen Charakter theilen sich diese Maschinen in vier Gattungen:

aa) Solche, bei welchen die Kluppe unbeweglich steht, der zu schneidende Bolzen demnach die vollständige Schraubenbewegung (Drehung mit Schiebung verbunden) empfängt. Im kleinsten Maßstabe und auf den Betrieb durch Menschenhand eingerichtet ist das Ganze nichts weiter als die schon erwähnte Leierkluppe (S. 326)[1]. Für stärkere Bolzen baut man sie größer, versieht sie auch wohl mit einem Schwungrade an der durch die Kurbel umgedrehten Welle[2]. Noch größere Maschinen werden durch Elementarkraft getrieben und sind demnach von minder einfacher Konstruktion[3].

Von einer Einrichtung dieser Art kann man sich durch Folgendes einen Begriff machen. Ein horizontal liegender gußeiserner, ungefähr 900mm langer und 100mm dicker (der Leichtigkeit wegen hohler) Zylinder wird durch zwei Lager unterstützt, in welchen er sich ebensowohl drehen als der Länge nach schieben kann. Der mittlere Theil desselben trägt ein gezahntes Rad, welches unmittelbar durch den Eingriff eines (der Schiebung wegen) 400mm langen Getriebes, mittelbar durch eine Verbindung mehrerer Zahnräder, in Umdrehung gesetzt wird. Am vorderen Ende des Zylinders wird der Bolzen, den man zu schneiden beabsichtigt, so eingespannt, daß seine Achse mit der verlängerten Achse des Zylinders zusammenfällt. Weiter nach dem Ende der Maschine hin steht eine Art Schraubstock, zwei gewöhnliche Schneidbacken enthaltend, welche durch Stellschrauben einander genähert werden können. Indem man zu Anfang der Arbeit die Spitze des Bolzens zwischen den Backen einklemmt und dann die Maschine in Gang kommen läßt, schneidet sich das Gewinde ein, und dabei schraubt sich der Bolzen von selbst zwischen den Backen fort, die hohle Welle, mit welcher er verbunden ist, nach sich ziehend, sodaß die Betriebskraft direkt nur die drehende Bewegung hervorzubringen hat. Ist der Bolzen, so weit er mit Schraubengängen versehen werden soll, durch die Backen gegangen, so preßt man letztere etwas stärker zusammen und läßt (wozu eine einfache Vorrichtung angebracht ist) die Umdrehung in entgegengesetzter Richtung stattfinden.

Man hat, um die beim Schneiden mit Handkluppen übliche Bewegung nachzuahmen, Bolzenmaschinen der in Rede stehenden Art so eingerichtet, daß die Drehung des zu schneidenden Bolzens wechselweise schneller und langsamer stattfindet, zugleich auch die Kluppe sich langsam dreht; als Erfolg hiervon geht eine Bewegung des Bolzens hervor, vermöge welcher er sich periodisch vorwärts und wieder ein wenig rückwärts schraubt[4].

bb) Solche, in welchen der Bolzen keine andere als die drehende Bewegung empfängt, folglich mittelst des Schraubengewindes in den Schneidbacken die Kluppe mit schiebender Bewegung längs des Bolzens fortschreitet[5]. Einen kleineren Apparat nach diesem Prinzipe hat man auch für feine Schrauben konstruirt und auf Bewegung durch eine Handkurbel berechnet[6].

---

[1] Gewerbeblatt für Sachsen 1838, S. 90.
[2] Berliner Verhandlungen, XXVIII. (1849), S. 77. — Polyt. Centr. 1849, S. 979.
[3] Le Blanc, Recueil, II. Planches 64, 65. — Portefeuille industriel, I. 38. — Polyt. Centr. 1849, S. 833. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 603. — Hütte 1860, Taf. 14. — Atlas III., Taf. 32.
[4] Génie ind., VI. 240. — Kronauer, Maschinen, III., Taf. 4.
[5] Armengaud, III. 37. — Jobard, Bulletin, III. 101. — Génie ind., I. 272; VII. 185. — Polyt. Centr. 1851, S. 1032; 1854, S. 772. — Hütte, 1855, Taf. 16. — Brevets 1844, T. 46, p. 110.
[6] Berliner Gewerbeblatt, III. 324. — Polyt. Centr. 1870, S. 24.

cc) Solche, welche der Kluppe die drehende Bewegung ertheilen, während der Bolzen an einer bloß schiebbaren Vorrichtung sich befindet und also durch die fortschreitende Bildung des Gewindes zwischen die Schneidbacken hineingezogen wird[1]).

dd) Solche, bei denen die Kluppe (mit vereinigter Drehung und Schiebung) die schraubende Bewegung auf dem unbeweglich eingespannten Bolzen macht[2]).

Auf den Maschinen aller drei Gattungen werden auch die Muttern zu den Bolzen geschnitten, in welcher Absicht man an die Stelle der Schraubenbacken die zu schneidende Mutter, an die Stelle des Bolzens aber einen gewöhnlichen Schraubenbohrer setzt. — Zur fabrikmäßigen Herstellung solcher Schraubbolzen, welche einer feineren Ausarbeitung bedürfen, gibt es eine Maschine[3]), auf der aus einer Eisenstange die Bolzen durch Abdrehen der Spindel, Schneiden des Gewindes und Drehen des Kopfes in einem Arbeitsgange verfertigt werden. Um das Schneiden der Bolzenmuttern zu beschleunigen, kann man in einer Maschine mehrere Gewindebohrer durch dieselbe Betriebswelle in Thätigkeit setzen[4]).

An einer Schraubenschneidmaschine für Schrauben von 6 bis 32^{mm} Dicke wurde als größte stündliche Leistung die Herstellung von Muttergewinden in Schmiedeisen in der totalen Länge $L = 2{,}55^{m}$ beobachtet bei 32^{mm} Gewindedurchmesser und 17 Umdrehungen der Schneidkluppe pro Minute; das Gewinde war bei einmaligem Durchgang fertig; der Arbeitsverbrauch ergab sich hierbei im Leergang zu $N_0 = 0{,}187$ Pferdestärken, im Arbeitsgang zu $N = 1{,}339$ Pferdestärken; allgemein

$$N_0 = 0{,}08 + 0{,}0022 \ . \ U_2 \text{ Pferdestärken},$$

wenn U_2 die minutliche Umdrehungszahl der Kluppe bezeichnet, sowie der Arbeitsverbrauch bei Herstellung schmiedeiserner Schraubenspindeln

$$N = N_0 + \frac{15{,}5 \ . \ L \ . \ d^2}{10^6} \text{ Pferdestärken},$$

bei Erzeugung schmiedeiserner Schraubenmuttern

$$N = N_0 + \frac{7{,}3 \ . \ L \ . \ d^2}{10^6} \text{ Pferdestärken},$$

wenn L die stündlich gelieferte Länge in Metern, d den äußeren Gewindedurchmesser in Millimetern bezeichnet.

c) Zur fabrikativen Herstellung der Holzschrauben (S. 312), deren vollkommene Erzeugung mittelst Kluppen wegen der Tiefe der Gewinde sehr zeitraubend und selbst schwierig ist, bedient man sich gleichfalls der Maschinen[5]). Die folgenden Andeutungen können ungefähr einen Begriff von dieser Fabrikation geben:

Erste Operation: Zerschneiden des Drahtes. — Das Material zu den Holzschrauben ist Eisendraht von etwa 2 bis 6^{mm} Dicke, in einer gehörigen Anzahl von Abstufungen. Um ihn in Stücke von der erforderlichen gleichen Länge zu zertheilen, dient eine Art Stockschere, deren langer Arm durch eine Zugstange und Kurbel mittelst eines Schwungrades abwechselnd gehoben und niedergezogen wird. Dieser Arm ist ein gekrümmter eiserner Hebel, der seinen Drehpunkt an dem der Kurbelstange entgegengesetzten Ende hat. Nahe am Drehpunkte sitzt, nach unten gekehrt, ein Messer mit konkaver Schneide; ein ähnliches Messer steht darunter aufrecht und unbeweglich auf dem Gestelle der Maschine. Beim Niedergehen streift das obere Messer an dem unteren her und schneidet den auf letzteres gelegten Draht gerade ab. Indem man den Draht zwischen die Messer mit der Hand einschiebt, stößt er gegen ein in gehöriger Entfernung von dem unteren Messer angebrachtes Eisen, wodurch die Länge der abgeschnittenen Stücke bestimmt wird.

---

1) Berliner Verhandlungen, XXII. (1843), S. 213; 1869, S. 147. — Génie ind., T. 27. p. 132. — Mittheilungen 1862, S. 227. — Polyt. Journ., Bd. 167, S. 9. — Polyt. Centr. 1860, S. 936. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 5, Bl. 5. — Hütte 1867, Taf. 10.

2) Génie ind., T. 16, p. 27.

3) Armengaud, X. 321.

4) Polyt. Centr. 1865, S. 625. — Wiebe, Skizzenbuch 1869, Heft 5, Bl. 6; 1873, Heft 2, Bl. 6.

5) Brevets, T. 85, p. 296; T. 86, p. 477. — Brevets 1844, T. 1, p. 93; T. 6, p. 79, 86; T. 11, p. 138; T. 36, p. 70. — Armengaud, X. 471.

Die Konkavität der beiden Schneiden ist von so kleinem Halbmesser, daß sie der Rundung des Drahtes auf dessen halbem Umkreise sich anschmiegt, wodurch das Plattquetschen der Schnittstelle verhütet wird. In gleicher Absicht gibt man auch der Schere folgende abgeänderte Einrichtung: Jedes Blatt derselben besitzt ein in der horizontalen Richtung durchgehendes Loch. Wenn das bewegliche Scherblatt gehoben ist, korrespondiren die zwei Löcher mit einander und der Draht wird durch beide eingeschoben; wird hierauf das bewegliche Blatt niedergedrückt (um etwas mehr, als der Durchmesser des Loches oder des darin befindlichen Drahtes beträgt), so streift es mit seiner Fläche an jener des unbeweglichen Blattes herunter und das Durchschneiden des Drahtes erfolgt in der Berührungsebene beider Blätter (vergl. S. 251).

Zweite Operation: Bildung der Köpfe (das Ankörfen, têter, *heading*). — Die Köpfe der Holzschrauben sind fast immer kegelförmig und zum Einsenken bestimmt. Die Verfertigung des Kopfes geschieht durch Stauchung des einen Drahtendes in einer Kniehebel-Presse, einer Exzenterpresse[1]) oder einem Prägwerke mit Schraubenspindel. Ein Drahtstück wird von oben in die Oeffnung einer Zange gesteckt, deren Maul eine konische Versenkung von der Gestalt des Schraubenkopfes enthält. Ein flacher, stählerner Stempel quetscht oder staucht das oben herausragende Ende des Drahtes durch einen kraftvollen und nur augenblicklichen Druck zusammen, sodaß es die Versenkung ausfüllt. Dann stößt der Arbeiter mit einem Werkzeuge von unten gegen den Draht, um denselben zu heben und herauszuwerfen, während zugleich die Zange sich etwas öffnet.

Die Kopfbildung findet bei kleinen Schrauben kalt, bei großen in der Glühhitze statt. Um ein ungleichförmiges Auseinanderquetschen des Eisens und eine davon herrührende schiefe Gestalt des Kopfes zu verhindern, wendet man manchmal den Kunstgriff an, die Preßfläche des Stempels mit eingedrehten feinen konzentrischen Reifen zu versehen, wonach der Kopf mit entsprechenden hohen Reifen ausgestattet erscheint, die aber beim nachfolgenden Abdrehen verschwinden. Halbrunde (unten flache, oben kugelsegmentförmige) Köpfe entstehen durch einen entsprechend vertieften Stempel, wobei das Maul der Zange eben (ohne Versenkung) ist. — Kaltgestauchte Köpfe brechen zuweilen ab, wenn die Schrauben mit Anwendung einer bedeutenden Gewalt eingeschraubt werden. Es ist, um diesem Nachtheile zu begegnen, das Verfahren erfunden worden, die Drahtstücke auf geschmolzenem Blei zu erhitzen und in diesem heißen (jedoch nicht glühenden) Zustande die Köpfe aufzustauchen, wozu man statt der Zange auch eine Art Nageleisen (S. 184) mit Vorrichtung zum Herausstoßen der angeköpften Drähte gebrauchen kann[2]). — Es gibt Maschinen, welche das Abschneiden des Drahtes und das Anpressen der Köpfe zusammen verrichten[3]).

Dritte Operation: Abdrehen des Kopfes. — Es geschieht auf einer kleinen Drehbank, wo die rohe Schraube mittelst eines zangenartigen Futters an der Spindel eingespannt und statt des Drehstahles eine Art schneidiger Zange angewendet wird, um den Kopf sowohl unten (auf seinem kegelförmigen Umkreise) als auf der oberen Fläche und am Rande in wenigen Umläufen glatt abzudrehen. Auch andere Maschinen sind zu diesem Zwecke vorhanden[4]).

Vierte Operation: Abdrehen der Spitzen. — Auf einer anderen kleinen Drehbank wird sodann (mittelst eines Hand-Drehstahles) das dem Kopfe entgegengesetzte Ende der Schrauben zu einer dick-konischen Spitze geformt, was in einem Augenblicke geschehen ist. — Bei den dünnsten Schrauben unterbleibt dies.

Fünfte Operation: Schneiden des Schraubengewindes. — Hierzu dient wieder eine Art kleiner Drehbank, vor welcher der Arbeiter sitzt und deren Wirkung sehr viel Aehnlichkeit mit dem Schraubenschneiden mittelst Patronen (S. 332) hat. An der Spindel, welche sich (entgegengesetzt der Einrichtung an den gewöhnlichen Drehbänken) zur Rechten des Arbeiters befindet und durch Treten oder mittelst Dampfkraft durch eine Riemenscheibe in Umdrehung versetzt wird, ist mittelst einer schnell und leicht zu

---

[1]) Hütte 1863, Taf. 1.
[2]) Brevets, XXXVI. 343.
[3]) Brevets, XLVIII. 139; LV. 485. — Brevets 1844, T. 38, p. 145. — Hütte, 1868, Taf. 16.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 73, S. 22. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 1, S. 117.

öffnenden Zange die Schraube eingespannt, sodaß der Kopf in der Zange liegt, das Uebrige aber hervorragt. Das Einschneiden des Ganges geschieht durch einen flachen Zahn, der an einem Hebel sitzt und mittelst desselben auf die Schraube niedergedrückt wird. Letztere liegt, um dem Druck nicht ausweichen zu können, in der halbrunden Rinne eines unbeweglichen Holzstückes. Eine bessere Einrichtung besteht darin, zwei Schneidwerkzeuge gleichzeitig von entgegengesetzten Seiten wirken zu lassen und neben denselben zwei stumpfe Stahlzähne anzubringen, welche durch ihr Eingreifen in den vertieften Schraubengang nur als Stützen für die Schraube wirken: letztere ist auf diese Weise zwischen vier Punkten gehalten und bedarf der vorhin erwähnten Unterlage nicht, welche sich ohnehin sehr schnell abnutzt. Die Schraubenpatrone ist nach einer der drei folgenden Methoden angebracht und eingerichtet. 1) Das hintere Ende der Drehbankspindel ist selbst mit dem Gewinde versehen und schraubt sich in der Hinterdocke vor- und rückwärts, während der schneidende Zahn an seinem Platze bleibt. Es ergibt sich von selbst, daß zu diesem Behufe die Umdrehung der Spindel eine abwechselnde sein muß. Man erreicht dies, indem um die Spindel in mehrfachen Windungen eine Schnur gewickelt ist, welche mit einem Ende an dem Tritte hängt, am anderen ein Gegengewicht trägt. (Bei durch Elementarkraft betriebenen Maschinen mit kontinuirlicher Drehung der Spindel). 2) Das in vorstehender Weise auf der Spindel angebrachte Mustergewinde schraubt sich in einer zangenartig aus zwei Theilen bestehenden Mutter, welche geschlossen ist, während das Schneiden vor sich geht und zu dem Behufe die Spindel sich in der einen Richtung schiebt; wogegen im Augenblicke der entgegengesetzten Schiebung jene Zange sich öffnet, also diese (vermittelst einer Feder erzeugte) Schiebung unbeschadet fortdauernder Umdrehung der Spindel gestattet. 3) Die Spindel läuft in zwei glatten zylindrischen Lagern und die Patrone (ein etwa 15 mm dicker Zylinder mit dem Schraubengewinde) befindet sich vorn auf derselben, zwischen der Vorderdocke und der Zange, welche zum Festhalten der Schraube dient. Zwischen beiden Docken ist eine schraubenförmige Feder um die Spindel gewunden, durch welche diese immer nach der Hinterdocke zu (d. h. gegen die rechte Seite) sich zu schieben strebt. Der Hebel mit dem Zahne ist wie bei der ersten Konstruktion. Indem man ihn zum Schneiden niederdrückt, setzt derselbe einen Winkelhebel in Bewegung, welcher eine mit (linken) Schraubengängen versehene messingene Rolle gegen die Patrone lehnt und sie mit derselben in Eingriff setzt. Dadurch ist die Drehbankspindel genöthigt, sich hervor (nach der linken Hand des Arbeiters) zu schrauben; sobald aber der Schneidstahl oder Zahn aufgehoben wird, entfernt sich die Rolle von der Patrone und die Spindel geht, ohne eigentliche Schraubenbewegung, durch die Wirkung der Feder rasch zurück. Hierbei kann sich die Spindel ohne Unterbrechung nach einer Richtung umdrehen, wozu ein Schwungrad und eine Schnur ohne Ende dienen, wie an der gewöhnlichen Drehbank.

Das Einschneiden des Gewindes mittelst zweier Schraubenbacken (ähnlich denen einer Hand-Kluppe), worauf manche Maschinen eingerichtet sind[1]), liefert gewiß keine so schöne Arbeit wie das Schneiden mit einem Meißel oder Zahne. Zuweilen verrichtet eine mit solchen Schraubenbacken arbeitende Maschine nebenbei das Einstreichen des Kopfes[2]), von welchem sogleich die Rede sein wird.

Sechste Operation: Einstreichen (fendre) des Kopfes. — Um im Kopfe den Spalt oder Einschnitt (cran) zu bilden, der zum Einsetzen des Schraubenziehers dient, wendet man eine kleine Maschine an, bei welcher der wirksame Haupttheil eine bogenförmige, um einen Mittelpunkt vor- und rückwärts schwingende Säge ist. Die Schraube wird in ein Loch eines schräg stehenden Hebels gesteckt, mittelst dessen man den Kopf auf die Säge drückt.

Statt dieser Vorrichtung wird oft eine Drehbank gebraucht, an deren Spindel eine Fräse oder dicke kleine Kreissäge (Stahlscheibe von 40 bis 70 mm Durchmesser mit Sägenzähnen auf dem Rande) eingespannt ist, die sich demnach stetig in einerlei Richtung um-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 73, S. 18. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 1, S. 115.
[2]) Brevets, XLVIII. 142.

dreht. Da hierbei der Grund des Einschnittes bogenförmig vertieft ausfallen muß, so bedient man sich — um dies zu vermeiden — für die größten Schrauben folgender etwas abgeänderten Einrichtung. Statt jede Schraube einzeln anzuhalten, steckt man 8 oder 10 Stück in einer Reihe nahe bei einander (die Köpfe oberhalb herausragend) in Löcher eines Schlittens oder Schiebers, welcher horizontal unter der schnell umlaufenden Fräse allmälig durchgeführt wird. — In einigen Fabriken wird das Einstreichen des Kopfes sogleich nach dem Abdrehen desselben, also vor dem Schneiden des Gewindes, verrichtet.

Die Mitwirkung der Menschenhand bei der Verfertigung der Holzschrauben hat man zu beseitigen gesucht, indem man die Maschinen vollkommen selbstthätig machte, sodaß z. B. die Drahtstücke haufenweise in eine Art Trichter geschüttet und aus diesem durch den Mechanismus selbst einzeln entnommen und der Bearbeitung zugeführt werden. Ein solches Maschinen-Sortiment (bestehend aus einer Maschine zum Zerschneiden des Drahtes und Anpressen der Köpfe, — einer zum Abdrehen oder vielmehr Abfeilen des Kopfes und des obern Theiles der Spindel, — einer zum Einstreichen der Köpfe mittelst einer Kreissäge, — endlich einer zum Schneiden der Gewinde) ist in Nordamerika erfunden und nach England verpflanzt worden[1]).

Die Verfertigung der Ringschrauben (welche statt des Kopfes ein kreisrundes Oehr haben) besteht in folgenden Operationen: 1) Abschneiden der Drahtstücke mittelst der schon oben beschriebenen Scheren. 2) Erste Biegung am Kopfende, wodurch die Gestalt eines rundlichen Hakens entsteht. 3) Zweite Biegung auf einer Vorrichtung — ähnlich jener zum Biegen der Ringe an Meßkettengliedern[2]) — in welcher der erwähnte Haken um einen Stahlstift gelegt und ein zweiter Stift mittelst eines Handhebels so im Kreise um ersteren herumgeführt wird, daß der Haken sich zu einem ziemlich gut geschlossenen Ringe formt. 4) Prägen des Ringes zwischen zwei Stempeln in einer Schraubenpresse, wodurch derselbe die völlig regelmäßige Gestalt erhält und jede sichtbare Wandöffnung daran verschwindet. 5) Abfeilen des vom Prägen entstandenen Grathes auf dem äußeren Umkreise des Ringes (wobei jede Schraube zwei Mal im Schraubstocke eingespannt werden muß und dennoch ein 9- bis 10jähriger Knabe täglich 3000 Ringe befeilt). 6) Entfernung des Grathes auf dem inneren Umkreise des Ringes mittelst einer Fräse auf der Drehbank. 7) Einschneiden des Gewindes.

Anhang zum Schraubenschneiden.

Kordiren (corder, cordonner) des Drahtes[3]).

Bei der Verarbeitung zu Schmuckwaren, Filigran u. s. w. wird Gold- und Silberdraht oft auf seiner ganzen Länge mit höchst feinen und seichten Schraubengängen versehen, welche ihm eine matte, gereifte Oberfläche, gleichsam das Ansehen einer aus feinen Fäden dicht zusammengedrehten Schnur geben, daher der Name Kordiren für diese Arbeit. Man bedient sich hierzu der Kordirmaschine (machine à corder, machine à cordonner), einer kleinen und einfachen Vorrichtung, deren wesentlichster Bestandtheil eine in ihrer Achse durchbohrte stählerne Spindel von 40 bis 60mm Länge ist. Am vordern Ende dieser Spindel ist eine Art sehr kleiner Schraubenkluppe mit zwei Backen oder ein feines Schneideisen mit Löchern, deren Größe der Dicke des Drahtes entspricht, angebracht. Der Draht wird durch die Oeffnung am hintern Ende der Spindel eingeschoben und geht in gerader Richtung durch die Backen oder das Schneideisen, während dieses sammt der Spindel schnell umgedreht wird. Letzteres geschieht entweder durch Rad und Getriebe oder durch ein Rad, eine Rolle und eine Schnur ohne Ende; in beiden Fällen bewegt der Arbeiter mit der einen Hand die Kurbel und regiert mit der andern den Draht.

XVI. Schleifstein (meule, *grindstone*).

Bei der Ausarbeitung solcher Gegenstände aus Eisen und Stahl, welche fabrikmäßig in großer Zahl verfertigt werden, ist die Kostbarkeit der dabei zu Grunde gehenden Feilen ein sehr wichtiger Punkt. Man bedient sich daher oft statt der Feilen des Schleifsteines, der aus einem kreiszylindrischen harten Sandstein oder Thon-Sandsteine (grès, *sandstone*) von feinem und möglichst gleichförmigen Korne besteht, auf

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 84, S. 414.

[2]) Jahrbücher, XVIII. 116.

[3]) Technolog. Encyklopädie, IV. 236.

einer horizontalen eisernen Achse festsitzt und von elementarer Betriebskraft, nur in kleinen Werkstätten durch Menschenkraft, umgedreht wird. Bei gehärteten stählernen Arbeiten muß der Schleifstein überall die Stelle der Feilen vertreten, weil letztere auf hartem Stahle nicht angreifen. Der Schleifstein arbeitet schneller als die Feile, und verursacht weniger Kosten; aber seine Anwendung ist dadurch beschränkt, daß er nur zur Hervorbringung ebener Flächen, einfacher konvexer Rundungen und zylindrischer Aushöhlungen brauchbar ist. Um letztere zu bilden, muß der Stein einen Halbmesser haben, welcher gewöhnlich dem Halbmesser der zu schleifenden Höhlung gleich ist, nie aber größer als dieser sein darf. Beispiele von Höhlungen, welche auf diese Weise bearbeitet werden, finden sich auf den Flächen der Rasirmesser, der Säbelklingen &c. Ebene Flächen schleift man in der Regel ebenfalls auf der zylindrischen Stirn des Steines, durch angemessene Bewegung des Arbeitstückes (wozu viel Geschicklichkeit erfordert wird); zuweilen aber auch (und zwar mit größerer Leichtigkeit, weil man die ganze Fläche auf ein Mal auflegen kann) auf der geraden Seitenfläche, zu welchem Behufe der Stein auf einer vertikalen Achse angebracht wird.

Der Durchmesser der Schleifsteine ist sehr verschieden, von 50 oder 70mm bis 2,5 oder 3m; ihre Dicke, der Größe und der Bestimmung angemessen, 6 bis 300mm. Die Beschleunigung der Arbeit erheischt, daß man die Bewegung so schnell als möglich macht; kleine Steine von 70 bis 150mm können 600 bis 800 Umläufe, Steine von 300 bis 600mm Durchmesser 400 bis 600, solche von 1 bis 2m 100 bis 200, solche endlich von 2,5 bis 3m 80 bis 90 Umläufe in 1 Minute machen, wonach die Umfangsgeschwindigkeit zwischen 3 und 12m in einer Sekunde beträgt. Manchmal ist dieselbe noch größer (sogar bis 25m) und die Schleifsteine der Nähnadel-Fabriken machen oft, bei einem Durchmesser von ungefähr 150mm, bis 4000 Umdrehungen in der Minute, besitzen demnach am Umkreise eine Geschwindigkeit von etwa 30m. Wegen der bedeutenden Geschwindigkeit ist bei großen und schweren Steinen die nöthige Anstalt zu treffen, daß nicht durch die Wirkung der Zentrifugalkraft der Stein zerrissen wird, in welchem Falle die herumfliegenden Trümmer erstaunliche Zerstörungen anrichten können. Man gebraucht daher öfters die Vorsicht, neue Steine vor ihrer Ingebrauchnahme während einiger Stunden (z. B. über Nacht) mit doppelter Arbeitsgeschwindigkeit umlaufen zu lassen; auch ist es rathsam, den Stein mit einem starken hölzernen Kasten zu umgeben, diesen noch durch herumgelegte Seile oder Ketten zu versichern, und nur eine Oeffnung dort zu lassen, wo der Arbeiter die zu schleifenden Gegenstände auf den Stein legt. Schon eine zweckmäßige Befestigungsart des Steines auf der Achse kann die Gefahr des Zerspringens ansehnlich verringern[1]). Statt das Loch im Mittelpunkte des Schleifsteines und die Achse innerhalb desselben vierseitig zu machen, dann ersteren durch zwischen ihn und die Achse eingetriebene Holzkeile zu befestigen, ist es besser, Loch und Achse rund herzustellen, aber letztere auf einer Seite des Steines mit einer festsitzenden eisernen Scheibe zu versehen, auf der anderen Seite eine ähnliche Scheibe aufzuschieben und diese vermittelst einer vorgelegten Schraubenmutter anzupressen, wonach der Stein zwischen den beiden Scheiben durch Friktion gehalten wird. Bei Steinen von größerem Durchmesser werden auch die Scheiben angemessen vergrößert und nahe am Rande derselben — um je 90° von einander entfernt — vier zur Achse parallele Bolzen durchgeschoben, welche außerhalb der einen Scheibe ihren Kopf, außerhalb der andern eine Schraubenmutter haben. — Man hat hohle Schleifsteine konstruirt, nämlich rund um ein eisernes Rad einen Kranz von dicht zusammengefügten Sandstein-Segmenten befestigt[2]), wodurch der Vortheil entsteht, daß man kleinere Steinstücke verwenden, dieselben von recht gleichartiger Beschaffenheit auswählen, einzelne nöthigenfalls auswechseln und den mittleren Theil — nämlich das eiserne Rad — stets wieder gebrauchen kann, während sonst ein Stein, der durch die Abnutzung zu klein geworden ist, beseitigt werden muß.

Die durch Elementarkraft getriebenen Schleifsteine empfangen ihre drehende Bewegung mittelst Riemenscheiben; Gleiches ist der Fall bei etwas großen und schnell gehenden Steinen, welche von Menschenkraft bewegt werden, indem von einem vermittelst Handkurbel umgedrehten Schwungrade der Riemen auf eine an der Achse des Steines befestigte

---

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 44.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1858, p. 16. — Polyt. Centr. 1858, S. 729. — Polyt. Journ., Bd. 149, S. 413.

kleine Scheibe läuft. Die Methode, vom Schleifer selbst durch Treten den Stein auf die bekannte Weise bewegen zu lassen, ist kaum zu etwas Anderem als zum Schärfen der Werkzeuge tauglich, da die Geschwindigkeit stets nur gering sein kann. Zum Auflegen der Werkzeuge bringt man hier mit Vortheil eine einfache Vorrichtung an[1]). Zum Schärfen feiner Werkzeuge (z. B. der Grabstichel) ist ein kleiner Drehstein, welcher nicht aus Sandstein, sondern aus sogenanntem Oel-Schleifstein (Wetzschiefer) besteht und mittelst Handkurbel, Rad und Getrieb bewegt wird, zu empfehlen[2]). Zum Schleifen langschneidiger Werkzeuge (Hobelmesser, Papiermesser rc.) hat man auch ganz selbstthätige Schleifmaschinen in Anwendung gebracht[3]). — Runde Gegenstände müssen während des Schleifens um ihre Achse gedreht werden, jedenfalls so, daß ihre Umfangsgeschwindigkeit viel kleiner ist als jene des Steines. Für solche Fälle baut man öfters eigene Schleifmaschinen, welche die Drehung des Arbeitstückes selbstthätig vollführen. Man gebraucht dergleichen Maschinen z. B., um gußeiserne Riemenscheiben auf der äußeren Kranzfläche abzuschleifen statt abzudrehen[4]), auch um bei langen runden Eisenstangen (z. B. Kolbenstangen von Dampfmaschinen, Streckwalzen für Spinnereimaschinen rc.) das Abdrehen durch Schleifen zu ersetzen[5]). Bei den Maschinen letzterer Art wird dem Arbeitstücke in seiner zur Schleifsteinachse parallelen Richtung eine Schiebung mit der Drehung zugleich ertheilt, und zwar vermöge einer Zahnstange, in welche ein Getriebe eines durch Handkurbel bewegten Räderwerkes eingreift. Umgekehrt hat man auch Schleifmaschinen, in welchen der Stein während seiner Drehung längs des zu schleifenden Gegenstandes fortgeschoben wird[6]). Bereits abgedrehte Walzen kann man durch Nachschleifen auf einer Maschine berichtigen, deren Schleifstein aber mit der Fläche arbeitet, daher dessen Achse rechtwinklig zur Achse des Arbeitstückes liegt[7]).

Das Schleifen (émoudre, émoulage, *grinding*) geschieht entweder trocken oder naß; das letztere ist am gewöhnlichsten, und zu diesem Behufe geht entweder der Stein mit seinem unteren Theile in einem Wassergefäße, oder man läßt von oben durch eine Röhre Wasser auf ihn fließen. Ein trockener Stein greift stärker an und arbeitet mithin schneller, als ein nasser; aber er bringt gröbere Risse in der Arbeit hervor, nutzt sich selbst schneller ab und bewirkt eine größere Erhitzung, daher man gehärteten Stahl nicht trocken schleifen kann, indem er von der Hitze weich wird. Das Naßschleifen, wobei alle von dem Steine abgestoßenen Körnchen durch das Wasser weggespült werden, erzeugt einen feineren und gleichförmigen Schliff; allein es ist unanwendbar, wenn die geschliffenen Gegenstände nicht von der Art sind, daß man sie leicht abtrocknen kann, um das Rosten zu verhindern. Aus diesem Grunde vorzüglich werden z. B. die Spitzen der Nähnadeln auf trockenen Steinen geschliffen. Das Trockenschleifen (émoulage à sec, *dry-grinding*) ist der Gesundheit höchst nachtheilig wegen der entstehenden feinen Eisenspänchen und des Steinstaubes, welche sich in der Luft verbreiten und mit derselben eingeathmet werden. Man hat vorgeschlagen, die Eisenspäne durch einen über dem Schleifsteine angebrachten Magnet von dem Arbeiter abzuhalten; praktischer ist das Verfahren, sie sammt den staubförmigen Theilchen, welche vom Steine abgehen (Schleifel, Schlips), durch einen (mit dem Steine zugleich bewegten) Blasbalg, im Großen durch einen Ventilator mit schnell umlaufenden Windflügeln, in eine Art Schornstein zu treiben, der in die freie Luft außerhalb der Werkstätte mündet.

---

[1]) Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen 1841, S. 132. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 561. — Polyt. Journ., Bd. 184, S. 235; Bd. 210, S. 245.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 84, S. 425. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 3 (1842), S. 88.

[3]) Polyt. Centr. 1872, S. 501. — Polyt. Journ., Bd. 206, S. 430.

[4]) Polyt. Centr. 1838, Bd. 2, S. 1139. — Polyt. Journ., Bd. 71, S. 304. — Deutsche Gewerbe-Zeitg. 1845, S. 450.

[5]) Gewerbeblatt für Sachsen 1841, S. 112.

[6]) Brevets 1844, T. 18, p. 124. — Polyt. Centr. 1862, S. 51. — Polyt. Journ., Bd. 208, S. 3.

[7]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrg. 1847, S. 344.

In der Regel muß die schleifende Oberfläche des Steines glatt hergerichtet sein, sodaß sie nur vermöge der Schärfe ihrer natürlichen Körnchen wirkt. Dagegen beobachtet man ein abweichendes Verfahren, wenn gußeiserne Platten (roh vom Guße her und naß) abgeschliffen werden. In diesem Falle nämlich werden in die Rundfläche des Steines, um stärker anzugreifen, 20 bis 25^{mm} weit auseinander liegende schräge, sich durchkreuzende Kerben gehauen, wozu man sich eines breiten texelförmigen Hauwerkzeuges bedient.

Die Schleifsteine nutzen sich beim Gebrauch bedeutend ab, und da sie selten in allen Theilen von völlig gleicher Härte sind, auch der Druck, mit welchem die Arbeit angehalten wird, Veränderungen unterliegt, so ist die Abnutzung unregelmäßig und die kreisrunde Gestalt geht allmälig und desto schneller verloren, je weniger aufmerksam und geschickt der Schleifer und je schlechter der Stein ist. Man muß die unrund gewordenen Steine durch Behauen wieder von Neuem zurichten; weiche Steine lassen sich zur Noth mit einem spitzen stählernen Meißel, den man unbeweglich gegen den in Bewegung befindlichen Umkreis hält, besser mittelst eines aus Weißblech zusammengelötheten Rohrstückes von 15 bis 20^{mm} Durchmesser, oder mittelst einer umlaufenden mit Meißeln besetzten Walze[1]), abdrehen. Härtere Steine kann man zweckmäßig mittelst einer dicht an den Umfang anzustellenden mit feinem scharfgängigen Schraubengewinde versehenen Stahlwalze rund und scharf erhalten; diese Walze, welche drehbar auf dem Rand des Troges gelagert, aber keiner Verschiebung in der Richtung ihrer Achse fähig ist, wird durch die Reibung am Stein in Drehung versetzt, wobei die scharfen Kanten der Schraubengänge in die Oberfläche des Steines eindringen und in Folge ihrer schiefen Stellung gegen die Bewegungsrichtung ununterbrochen die vorstehenden Stellen in kleinen Körnchen losbrechen, also in feinen Schlamm verwandeln, der durch das zugeführte Wasser abgespült wird. Bei Schleifsteinen, die durch Treten bewegt werden, kommt zu den schon genannten Gründen des Unrundwerdens auch noch der Umstand, daß die Geschwindigkeit stets beim Niedertreten am größten ist und daß der Arbeiter, welcher zugleich tritt und schleift, unwillkürlich den Gegenstand stärker an den Stein drückt, wenn er seine Kraft anwendet, um den Tritt abwärts zu bewegen. Der Stein wird hierdurch an einer bestimmten Stelle am stärksten abgenutzt. Zur Abhülfe ist der empfehlenswerthe Vorschlag gemacht worden, die Kurbel nicht an der Achse des Steines selbst, sondern an einem Zahnrade von z. B. 25 Zähnen anzubringen, welches in ein mit dem Schleifsteine verbundenes 12zähniges Rad eingreift. Bei dieser Anordnung bringt jeder Kurbelumgang $2^1/_{12}$ Umläufe des Steines hervor, und rückt folglich der Punkt auf letzterem, welcher im Augenblicke des Niedertretens unter der Hand des Schleifers ist, nach je zwei Umdrehungen um $^1/_{12}$ der Peripherie weiter: also trifft der oben bezeichnete Einfluß alle Stellen des Steines nach und nach in sehr nahe gleichem Grade. (Nach Gutfinden können die Zähnezahlen abgeändert werden, z. B. am Rade der Kurbel 21, an jenem des Steines 20 Zähne, sein.) — Für den Betrieb der Steine durch Elementarkraft hat man sehr nützlich gefunden, Doppelschleifsteine anzuwenden, d. h. zwei mit etwas verschiedener Geschwindigkeit umlaufende Schleifsteine auf parallelen Achsen so anzubringen, daß sie sich stets an einer Stelle berühren und der eine von ihnen eine kleine hin und her gehende Schiebung in der Achsenrichtung empfängt, wodurch sie sich gegenseitig abschleifen und immer rund erhalten[2]).

Der Arbeitsverbrauch großer grobkörniger Schleifsteine kann nach den Versuchen des Herausgebers mittelst der Formel

$$N = 0{,}0264 \cdot D \cdot V + \mu \cdot \frac{P \cdot V}{75} \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, in welcher

D den Steindurchmesser in Metern,
V die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit in Metern,
P den Druck in Kilogrammen bezeichnet, mit welchem das Arbeitstück gegen die Umfläche des Steines angedrückt wird, sowie
μ den Reibungskoeffizient zwischen Stein und Arbeitstück, für welchen zu setzen ist bei

Gußeisen . . . . $\mu = 0{,}22$
Stahl . . . . $\mu = 0{,}29$
Schmiedeisen . . . . . . $\mu = 0{,}44$

Wird daher z. B. auf einem grobkörnigen Schleifsteine von $D = 2^m$ Durchmesser und $V = 20^m$ Umfangsgeschwindigkeit Stahl geschliffen ($\mu = 0{,}29$) unter Anwendung eines Druckes $P = 50^{kg}$, so folgt $N = 4{,}92$ Pferdestärken.

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1861, S. 691.
[2]) Ztschr. d. Ing. 1857, S. 112.

Für feinkörnige Schleifsteine, wie sie zum Anschleifen der Werkzeugstähle üblich sind, einschließlich der hier üblichen Vorgelegswelle, kann man ebenso die Formel brauchen:

$$N = 0{,}16 + 0{,}056 \cdot V \cdot D + \mu \cdot \frac{P \cdot V}{75} \text{ Pferdestärken,}$$

worin jedoch die Werthe des Reibungskoeffizienten anzunehmen sind wie folgt:

Gußeisen . . . . $\mu = 0{,}72$
Stahl . . . . $\mu = 0{,}94$
Schmiedeisen . . . . . . $\mu = 1{,}00$

Schleift man daher z. B. Stahl auf einem feinkörnigen Stein von $D = 1^m$ Durchmesser, $V = 6^m$ Umfangsgeschwindigkeit unter Anwendung eines Druckes von $P = 5^{kg}$, so ist ein Arbeitsaufwand von $N = 0{,}87$ Pferdestärken erforderlich.

Von der Anwendung der Schleifsteine zum Glätten der Metallarbeiten ist später die Rede; desgleichen von den, oft statt des Schleifsteines benutzten, Schleifscheiben (Schmirgelscheiben).

XVII. Feilen (limes, *files*)[1].

Kein anderes Werkzeug findet eine so allgemeine Anwendung bei der Bearbeitung der Metalle, als die Feile; denn alle Gegenstände, bei welchen nach dem Gießen, Schmieden u. s. w. noch eine feinere Ausbildung der Form nöthig ist und die nicht geeignet sind, durch Drehen, Hobeln, Fräsen oder Schleifen vollendet zu werden, bedürfen des Feilens, wozu man außerdem in vielen Fällen wegen Mangels einer Hobel-, Fräs- oder Schleifmaschine nothgedrungen greift. Die Feile ist im Allgemeinen ein Stück Stahl, dessen Oberfläche durch regelmäßig gestellte Einschnitte rauh gemacht ist, und von den Metallen, über welche sie mit angemessenem Drucke hinbewegt wird, mehr oder weniger feine Späne (Feilspäne, Feilicht, Feilstaub, limaille, *filings*) abstößt; sie kann daher als eine in Stahl ausgeführte Imitation des Schleifsteines angesehen werden.

Die Einschnitte der Feilen (der Hieb, taille, *cut)* werden mittelst eines Meißels hervorgebracht; ihre Anordnung und Feinheit ist von der größten Wichtigkeit. Sehr wenige Feilen sind einhiebig *(single-cut files, floats)*, d. h. enthalten nur eine Reihe paralleler Einschnitte, welche sämmtlich nach einer Richtung stehen. Bei den allermeisten Feilen hingegen laufen die Einschnitte nach zwei sich durchkreuzenden Richtungen (zweihiebige Feilen, *double-cut files)*, wodurch zahlreiche und einander ganz nahe liegende, rautenförmige Zähnchen entstehen, welche der Fläche eine gleichmäßige Rauhigkeit oder Schärfe verleihen. Die zuerst verfertigte Reihe von Einschnitten heißt der Grundhieb oder Unterhieb (première taille, *first course*); die hierauf über Kreuz gemachten Einschnitte bilden den Kreuzhieb oder Oberhieb (seconde taille, *second course)*. Wenn man eine Feile quer vor sich hinlegt, läuft der Unterhieb von oben rechts nach unten links hin schräg, der Oberhieb entgegengesetzt. Beide Hiebe dringen dergestalt in die Feile ein, daß ihre aufgeworfenen Kanten nach dem vorderen Ende (der Spitze) der Feile hin steil abfallen, nach dem Hefte zu aber einen schräg abgedachten Rücken darbieten; daher greift auch eine Feile nur dann bedeutend an, wenn sie vorwärts gestoßen wird, und beim Zurückziehen fast nicht.

Um diese Beschaffenheit zu erreichen, wird beim Hauen der Meißel unter einem spitzen Winkel, nach dem Vorderende der Feile überhängend, aufgesetzt; da aber die Haumeißel eine desto dünner (spitzwinkliger) zugeschärfte Schneide haben, je feiner der Hieb ausfallen soll, so folgt als nothwendig, daß auf feinen Feilen die Stellung des Meißels weniger von der Senkrechten abweiche als auf den groben. In der That kann nach praktischer Beobachtung angenommen werden, daß die Achse des Meißels mit der Feilenoberfläche bei Erzeugung des gröbsten Hiebes einen Winkel von etwa 78° bildet, bei dem feinsten Hiebe dagegen von 86°. — Der Unterhieb ist immer stärker nach der Mittellinie

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. V. Artikel: Feile. — Werkzeugsammlung, S. 39. — Holtzapffel, II. 817.

der Feile zu geneigt als der Oberhieb; so zwar daß, nach einem Durchschnittsmaße, der Unterhieb Winkel von 52 und 128 Grad, der Oberhieb dagegen Winkel von 70 und 110 Grad mit jener Mittellinie bildet. Der Hauptvortheil, welcher hierdurch erreicht wird, besteht in einer solchen Vertheilung der von dem Hiebe gebildeten Zähnchen, daß diese nicht in geraden, zur Achse der Feile parallelen Reihen hinter einander stehen, wie es der Fall sein würde, wenn Grundhieb und Kreuzhieb gleiche Neigung hätten. Die Feile wird dadurch in den Stand gesetzt, feinere und zahlreichere Späne wegzunehmen, folglich die bearbeitete Metallfläche glätter zu machen. Die Einschnitte der einhiebigen Feilen, des einfachen Hiebes *(float cut)*, liegen entweder rechtwinklig gegen die Mittellinie, oder sie haben dieselbe Neigung, welche dem Oberhiebe der gewöhnlichen Feilen eigen ist; letzteres ist das Ueblichste.

Beim Gebrauch der Feilen wird das Heft derselben mit der rechten Hand gefaßt; auf die Spitze oder das vordere Ende aber legt man (wenn die Feile nicht sehr kurz ist) die Finger oder den Ballen der linken Hand, um den nöthigen Druck normal zur Arbeitsfläche zu erzeugen. Dieser Druck wird jedoch nur ausgeübt, während man das Werkzeug vorwärts schiebt; im Zurückziehen (wo der Hieb nicht erfolgreich wirken kann), läßt man dasselbe leicht über die Fläche der Arbeit hingleiten. Mit groben Feilen fängt man an (das Bestoßen, Schruppen), mit feineren und ganz feinen wird die Ausarbeitung vollendet (das Schlichten, Abschlichten), damit die gefeilten Flächen allmälig mehr Glätte annehmen. In dieser Beziehung muß man eine richtige Abstufung beobachten, weil eine sehr feine Feile, unmittelbar nach einer sehr groben angewendet, die Spuren der letzteren nur mit verhältnißmäßig großer Mühe ganz vertilgen kann und man die feinen Feilen, als die theureren, schonen muß.

Die feinen Feilen werden auf Schmiedeisen und Stahl (nicht auf Gußeisen und Messing) mit Oel gebraucht. Theils bildet das Oel mit den feinen Feilspänen eine Art Paste, welche den Hieb bis zu einem gewissen Grade ausfüllt und nur die äußersten Spitzen der Zähne zum Angriff kommen läßt, sodaß keine groben und tiefen Risse in dem Metalle entstehen; theils wird durch das Oel die Festsetzung gröberer Späne an der Feile verhindert, welche beim Gußeisen und Messing nicht so leicht eintritt, weswegen auch hier das Oel entbehrlich ist.

Gut und schön gefeilte Arbeiten besitzen glatte und ebene Flächen, gerade und scharfe (nicht abgerundete) Kanten und einen regelmäßigen Feilstrich. Letzterer muß aus gleichmäßig starken, geraden und unter sich parallelen Linien bestehen, welche bei schmalen Gegenständen nach der Länge, also nicht über quer, am wenigsten aber schräg, laufen sollen. Vollkommenes Feilen (limer, *filing)* gehört nicht zu den leichtesten Aufgaben des Metallarbeiters. Beim Befeilen einer größeren Fläche legt man die Feile abwechselnd in verschiedenen Richtungen auf und prüft von Zeit zu Zeit durch Anlegung eines sehr geraden Lineales die Ebenheit der Fläche, sowie mit dem Winkelmaße den rechten Winkel der Kanten. Das beste Prüfungsmittel auf die vollkommene Ebenheit einer gefeilten Fläche besteht im Auflegen auf eine genau geebnete und glatte Gußeisenplatte (planomètre, *planometer, surface plate)*, welche mit einer dünnen Schicht in Oel angeriebener rother Farbe (Mennige, Bolus) zart und gleichmäßig überzogen ist. Die gefeilte Fläche, sanft darauf angedrückt und herumgeschoben, nimmt an allen Stellen, wo Berührung stattfindet, Farbe an, und so erkennt man die noch vorhandenen Unebenheiten; vollendet ist die Bearbeitung, wenn die ganze Fläche sich gleichmäßig färbt. Alle Gegenstände von einiger Größe sind beim Befeilen im Schraubstocke befestigt; und da eine Feile regelmäßig nicht anders als in horizontaler Richtung geführt wird, so ist es nöthig, das Arbeitstück jedes Mal umzuspannen (d. h. seine Lage im Schraubstocke zu ändern), wenn die Bearbeitung einer neuen Fläche begonnen werden soll, welche dabei immer obenauf und wagrecht zu liegen kommen muß. Kleine Stücke spannt man in einen Feil- oder Stielkloben, der mit der Hand nach Erforderniß regiert und gewendet wird, und legt sie zur Unterstützung auf ein im Schraubstocke oder auf der Werkbank befindliches Holzstück (Feilholz, bois à limer, estibois, entibois, étibois, étibot, étibeau, *filing board*, *filing block*). Daß bei der Bearbeitung krummer Flächen die Feile mancherlei angemessene Wendungen machen muß, versteht sich von selbst; sowie sich manche eigenthümliche aber seltenere Anwendungsarten der Feilen in jedem einzelnen Falle dem geübten Arbeiter von selbst ergeben (Beispiele: das Ablaufen runder Gegenstände mit der Feile auf der Drehbank; das Abziehen (*draw-filing*) langer schmaler Flächen mit der quer aufgelegten aber nach der

Länge des Arbeitstückes fortbewegten Feile, und langer runder Gegenstände zwischen zwei auf ähnliche Weise gebrauchten Feilen; das Grainiren messingener Walzen durch Abrollen derselben zwischen zwei Feilen; u. s. w.).

Früher oder später drücken sich Metalltheile von den gefeilten Arbeitstücken so fest in den Hieb der Feilen ein (Verstopfen, *pinning*), daß letztere schlecht oder gar nicht mehr angreifen. Man muß dann zum Ausputzen (*cleaning*) der Feile schreiten, welches auf verschiedene Weise verrichtet wird. Ist der Hieb ziemlich grob, so fährt man durch die Furchen des Oberhiebes mit einer Stahlspitze oder mit der dünn ausgehämmerten Kante eines Messingblechstreifens (*scraper*); feinen Hieb reinigt man mittelst einer Kratzbürste (*scratch-brush*), nämlich eines fest zusammengebundenen Büschels dünner Eisen- oder Messingdrähte; am besten aber mittelst eines auf Holz genagelten Stückes von Baumwollkratze (*cotton card*), welche aus kleinen in Leder steckenden Eisendrahthälchen besteht. Die Reinigung wird wesentlich befördert, wenn man beim Abbürsten einige Tropfen Benzin auf die Feile bringt, weil dieses schnell das vorhandene verdickte Oel auflöst.

Feilen, welche schon stark abgenutzt (stumpf geworden) sind, erlangen oft dadurch wieder einige Schärfe und Brauchbarkeit, daß man sie — nach Entfernung der darin sitzenden Feilspäne, Oel- und Schmutztheile — der Einwirkung einer starken Säure aussetzt, welche die Zähnchen des Hiebes oberflächlich angreift und deren Spitzen einigermaßen wieder herstellt. Man kocht zu diesem Zwecke die Feile mit Lauge aus oder stellt sie über Nacht in mit Schwefelsäure schwach angesäuertes Wasser, entfernt den erweichten Schmutz mittelst einer steifen Bürste, trocknet mit einem Lappen und durch Wärme, benetzt die gehauenen Flächen mit so viel Scheidewasser, als sich ohne abzulaufen daran hält, spült und bürstet nach 4 bis 7 Minuten in reinem Wasser ab, und wiederholt die Anwendung des Scheidewassers mehrmals. Zuletzt muß die Feile sehr sorgfältig abgewaschen, durch Kalkmilch gezogen, in der Wärme getrocknet und mit wenig Oel abgebürstet werden. Der Zweck wird auch erreicht, wenn man die gereinigten Feilen in ein Gemisch aus 1 Maß konzentrirter Salpetersäure, 3 Maß konzentrirter Schwefelsäure und 7 Maß Wasser so lange als nöthig (10 Sekunden bis 5 Minuten oder noch mehr) eintaucht. Der Handel mit diesen und ähnlichen Rezepten ist ein Lieblings-Geschäft vagabondirender Techniker.

Nothwendige Eigenschaften einer guten Feile sind: 1) Gehörige Härte. Abgerechnet die größten Armfeilen, welche oft aus einem Kerne von geschmiedetem Eisen mit aufgeschweißtem Stahle überzogen, bestehen, sind alle Feilen ganz von glasharten Stahle. Die gußeisernen Putzfeilen der Eisengießereien sind eine Ausnahme. Die Angel muß man, wenn sie an den neuen Feilen etwa noch hart ist, vor dem Einstecken in das Heft durch Anfassen mit einer glühend gemachten Schmiedezange weich machen, um das Abbrechen derselben zu verhindern. 2) Richtige Form, namentlich auch in der Hinsicht, daß sich die Feilen nicht im Härten gekrümmt oder verzogen haben dürfen. 3) Reinheit des Stahles, der ohne Sprünge, schwarze Flecken und Streifen sein muß. Die Anwesenheit von erheblichen unganzen Stellen und von Härterissen erforscht man — sofern nicht das Auge sie wahrnehmen kann — durch Anschlagen auf einem Stahlklotze, wobei die fehlerfreie Feile einen reinen Klang gibt. 4) Gehörige Tiefe, Regelmäßigkeit und Gleichheit des Hiebes. 5) Hellgraue Farbe, weil eine schwarze oder schwarzgraue Fläche die Gegenwart von Glühspan (Zunder) anzeigt, wobei die Schärfe des Hiebes sich schnell abnutzt.

Probiren der Feilen auf ihre Härte: a) Man fährt mit der Bruchecke einer abgebrochenen guten Feile, unter Anwendung eines starken Druckes und rascher streichender Bewegung, über das zu untersuchende Exemplar hin. Es erzeugt sich dadurch jedenfalls ein Ritz; man muß nun genau (nöthigenfalls mittelst der Loupe) zusehen, ob dieser Ritz durch Umlegen der Hiebkanten oder durch Ausbrechen derselben entstanden ist: bei einer gehörig harten Feile muß das letztere der Fall sein. b) Ein federhartes Stück Stahl, womit man die Feile der Länge nach, von der Spitze gegen die Angel zu, kräftig streicht, darf auf dem Hiebe keine sichtbare Spur (keinen weißen Strich) zurücklassen; dabei offenbart sich auch etwaige ungleiche Härte verschiedener Stellen durch ungleichen Widerstand. Es versteht sich von selbst, daß von diesen beiden Proben die unter a angegebene nur unter besonderen Umständen, bei sehr strengen Prüfungen und Vergleichungen, angewendet werden darf, weil sie jedenfalls der Feile Schaden thut.

Die große Mannigfaltigkeit der Gegenstände, welche mit Feilen bearbeitet werden, bringt eine sehr bedeutende Verschiedenheit unter diesen Werkzeugen, nach Größe, Feinheit und Form, mit sich.

Die größten Feilen haben sehr selten über 450 bis 600^{mm} Länge; die kleinsten, welche in den Werkstätten der Uhrmacher vorkommen, sind kaum 25^{mm} lang. Inner-

halb dieser Grenzen finden zahlreiche Abstufungen der Größe statt. Man bestimmt die Länge der Feilen nach Zollen (den Zoll zu 25 mm) oder Millimetern, wobei die Angel (queue, soie, *fang, tang, tongue, spike*) nicht berücksichtigt wird. Die Breite und Dicke stehen (bei jeder einzelnen der Form nach verschiedenen Art von Feilen) mit der Länge in einem ziemlich unwandelbar bestimmten, theils durch Gewohnheit herbeigebrachten, theils von dem Zwecke abhängigen Verhältnisse.

Im Handel unterscheidet man Bundfeilen, limes au paquet (welche in Bunden von 3 bis 16 und mehr Stück verkauft werden, und deren Größe in umgekehrtem Verhältnisse mit der Anzahl Stücke im Bunde steht) von Zollfeilen (bei denen die Länge in Zollen angegeben wird und der Verkauf nach Dutzenden geschieht).

Die Abstufungen der Feinheit schätzt man nach der Anzahl von Einschnitten, welche der Hieb auf bestimmtem Raume darbietet. Je dichter die Einschnitte stehen, desto schmäler und seichter sind sie natürlich. Um bei der allgemeinen Verschiedenheit der Feilen in dieser Beziehung einigermaßen einen Ausdruck für die Grade der Feinheit zu haben, unterscheidet man gewöhnlich drei Arten von Hieb: 1) groben Hieb (grosse taille, *rough cut*); 2) Mittelhieb (moyenne taille, *bastard cut*); 3) feinen Hieb (fine taille, douce taille, *smooth cut*). Die größten Feilen mit grobem Hiebe sind die Armfeilen und die Strohfeilen (limes d'Allemagne, limes en paille, *rough files*), welche letztere so heißen, weil sie in Stroh verpackt in den Handel kommen. Die Feilen mit Mittelhieb werden gewöhnlich Bastardfeilen (limes bâtardes, *bastard files*), auch Vorfeilen, die mit feinem Schlichtfeilen (limes douces, *smooth files*) genannt. Oefters wird zwischen die Bastard- und Schlichtfeilen noch eine Sorte eingeschoben, welche man Halbschlicht (demi-douce, *second cut*) nennt, und nach den Schlichtfeilen noch eine feinere Gattung hinzugefügt: Fein-Schlicht, Schlicht-Schlicht, Doppel-Schlicht (limes superfines, *superfine files, dead smooth files*), wodurch also im Ganzen fünf Haupt-Abstufungen entstehen. Zu diesen fügen einige englische Fabriken noch eine sechste Gattung (*middle cut*), welche zwischen *rough* und *bastard* steht.

Die vollständige Stufenreihe ist demnach folgende:

1) Grob	grosse	*rough*
*2) . . .	. . .	*middle*
3) Bastard	bâtarde	*bastard*
*4) Halbschlicht	demi-douce	*second-cut*
5) Schlicht	douce	*smooth*
6) Feinschlicht	superfine	*dead-smooth*

worunter die zwei mit * bezeichneten Gattungen am wenigsten oft vorkommen, die Nummern 1, 3 und 5 aber allgemein gebräuchlich sind. Die Bezeichnungen müssen durchaus mit Hinsicht auf die Größe der Feilen verstanden werden; denn durch die Benennung Schlichtfeile z. B. erhält man keinen Begriff von der absoluten Feinheit des Hiebes, weil letzterer bei kleinen Feilen feiner als bei großen ist. Dagegen weiß man, wenn etwa eine sechszöllige, zwölfzöllige &c. Schlichtfeile genannt wird, recht wohl, welche Feinheit des Hiebes man sich zu denken hat, weil für jede Größe eine ziemlich gleichbleibende Feinheit gewöhnlich ist. Doch weichen in dieser Beziehung die deutschen, französischen und englischen Fabriken, ja die Fabriken eines und desselben Landes, von einander ab; in England z. B. haben die Lancashire-Feilen bei gleicher Benennung einen feineren Hieb, als die Feilen von Sheffield. Für erstere sind — indem nur die Einschnitte des Oberhiebes gezählt werden — auf 1 Zoll (25 mm) Feilenlänge folgende Anzahlen derselben als der Wahrheit sehr nahe kommend anzunehmen.

Gattungen des Hiebes	Länge der Feilen, Zoll.					
	4	6	8	12	16	20
Rough	56	52	44	40	28	21
Bastard	76	64	56	48	44	34
Smooth	112	88	72	70	64	56
Superfine	216	144	112	88	76	64

Dagegen hat die Untersuchung verschiedener Sheffield-Feilen folgende Resultate ergeben (ebenfalls auf je 25mm der Länge):

Gattungen des Hiebes	Länge der Feilen, Zoll.					
	3	7	12	16	20	22
Rough	. .	. .	. .	. .	14	13
Bastard	73	37	28	22	19	17
Second-cut	. .	. .	40	37	32	. .
Smooth	117	73	61	50	43	. .

Armfeilen enthalten 10 bis 27, Strohfeilen 15 bis 25, die feinsten Uhrmacher-Feilen dagegen 140 bis 190, die Uhrmacher-Zapfenfeilen sogar 230 Einschnitte auf 25mm Länge. Auch ist in allen diesen Fällen ausschließlich der Oberhieb gezählt; der Unterhieb bietet auf einen Zoll um 3 oder 4, oft (zumal in feinen Feilen) um 6 bis 10 Einschnitte weniger dar als jener. — Man sieht aus vorstehenden Tabellen, daß die Anzahl der Einschnitte sehr regelmäßig mit absteigender Größe der Feilen zunimmt, und daß demzufolge die kleinsten Bastardfeilen feineren Hieb haben, als große Schlichtfeilen. — Die von Alters her gebräuchlichen Strohfeilen hatten einen ziemlich schlechten Hieb; jetzt, wo man dieselben Sorten mit mehr Sorgfalt arbeitet, verpackt man sie auch gleich den feineren in Papier, und so ist für dieselben der Name Papier-Strohfeilen entstanden.

Was die Form der Feilen betrifft, so sind die meisten spitzig, d. h. gegen das vordere Ende hin stark verjüngt und selbst in eine wirkliche Spitze auslaufend (*taper files*); einige Arten aber sind überall von gleicher Breite und Dicke (*parallel files, equal files*), oder verjüngen sich nur wenig (*blunt files*). Die Flächen der Feilen sind (der Länge nach betrachtet) theils gerade, theils bauchig; das letztere ist, mit sehr seltenen Ausnahmen, bei allen Feilen von einiger Größe der Fall, und hat zunächst den guten Erfolg, das Krummziehen beim Härten zu erschweren, außerdem aber den großen Nutzen, das richtige Abfeilen ebener Flächen zu befördern, zumal wenn diese in der Richtung des Feilenzuges schmal sind.

Zur Erklärung dieser letztern Bemerkung: Auf einer solchen schmalen Fläche bildet die Feile gleichsam einen zweiarmigen Hebel, dessen Unterstützungspunkt die Arbeitsfläche darstellt und an dessen Enden die beiden Hände niederwärts drücken. Wegen der Veränderlichkeit dieses Auflagepunktes in Beziehung zu den Enden der Feile entsteht ein Bestreben der letzteren zu einer wiegenden oder bogenförmigen Bewegung, deren Konvexität nach oben gerichtet ist, also eine Tendenz, die Arbeitsfläche konvex zu bilden. An sich betrachtet aber würde die konvexe Feile, wenn sie stets in vollständiger Berührung mit der Arbeitsfläche bliebe, derselben eine entsprechende Konkavität geben: Diese beiden entgegengesetzten Tendenzen heben sich mehr oder weniger auf und so ist das Resultat ein mittleres, d. h. eine ebene Fläche, die aber dennoch nicht ohne große Geschicklichkeit des Arbeiters genau zu Stande kommt.

Große Mannigfaltigkeit zeigen die Feilen in der Gestalt ihres Querschnittes, wonach man sie in viele mit eigenen Namen bezeichnete Gattungen abtheilt.

1) Viereckige oder vierkantige Feilen, Querschnitt ein Quadrat, alle vier Flächen gehauen. Hierzu gehören die größten und gröbsten von allen Feilen, nämlich die Armfeilen (carreaux, limes à bras, *arm files, rubbers*), welche zur ersten Ausarbeitung großer Gegenstände gebraucht werden. Sie sind 300 bis 600mm lang, stark bauchig und spitz, in der Mitte 25 bis 50mm breit und dick. Ihre Größe wird beim Verkaufe nach dem Gewichte angegeben, welches 1 bis 6, ja selbst 8 bis 9kg beträgt. — Kleinere viereckige Feilen (carrelets, quatre-quarts, *square files*) gibt es bis zu 75mm Länge herab, Bastard und Schlichte; dieselben sind spitzig und dienen zur Ausarbeitung viereckiger Oeffnungen, Ausschnitte u. s. w.

Ausnahmsweise kommen vierkantige nicht spitze Feilen vor, welche von Ende zu Ende gleiche Dicke haben (*equal square files*).

2) Flache Feilen, Ansatzfeilen, Handfeilen (lime plate, plate large, plate à main, *hand-file, flat-file, safe-edge*), Querschnitt ein Rechteck, eine der

schmalen Seiten ohne Hieb, beinahe von einerlei Breite in der ganzen Länge, wenig bauchig.

Die Benennung Ansatzfeilen hat ihren Grund darin, daß man mit diesen Feilen rechtwinklige Ansätze ausfeilt, wobei die ungehauene Seite an jener Metallfläche herläuft, welche nicht beschädigt werden darf. Handfeilen heißen sie wahrscheinlich, weil sie als die am häufigsten gebrauchte Feilen-Art immer zur Hand sein müssen und (im Gegensatze zu den Armfeilen) wegen ihrer geringeren Größe weniger ein langes Ausstrecken der ganzen Arme, als eine Bewegung des Vorderarmes und der Hand erfordern. Gleich den meisten oft gebrauchten Feilen hat man auch diese wenigstens von 75mm bis zu 400mm Länge, mit feinem und Mittelhieb. Die Methode, bei großen flachen Feilen das Heft nicht auf die Angel zu stecken, sondern über der oberen Fläche und daselbst überdies noch einen Griff für die linke Hand anzubringen[1]), scheint Empfehlung insofern zu verdienen, als hierdurch die Ausübung des Druckes sehr erleichtert wird. — Dickflache Feilen sind, verglichen mit den Handfeilen, bei derselben Länge und Dicke schmäler (lime à pilier, *pillar file*), dabei auch wohl auf allen vier Flächen ohne Bauch, von durchaus gleich bleibender Breite und Dicke (*cotter file, equal cotter file*), dünnflache Feilen dagegen haben bei gleicher Länge eine geringere Breite sowohl als Dicke, oder bei gleicher Länge und Breite eine geringere Dicke (*needle file*). — Flache Feilen mit ziemlich grobem einfachen Hiebe werden zur Bearbeitung von Zinn, Blei und Zink gebraucht (Zinnfeilen), weil der doppelte Hieb einer gewöhnlichen Feile durch jene weichen Metalle sehr schnell verstopft und unwirksam gemacht wird.

3) Spitzflache Feilen, Spitzfeilen (lime plate pointue, *taper flat file, taper hand-file*), Querschnitt wie bei den Handfeilen, die ganze Feile aber spitzig zulaufend, die Flächen bauchig, meist alle vier gehauen, zuweilen jedoch eine der schmalen Seiten ohne Hieb.

Die größte und gröbste Art bilden die flachen Strohfeilen; Bastard- und Schlichtfeilen von spitzflacher Form kommen meist nur in geringeren Größen vor. Andere Arten der spitzflachen Feilen sind theils dünner und schmäler (*taper cotter file*), theils nur schmäler (lime d'entrée, *entering file*) als die gewöhnlichen; halbdicke Feilen (*halfthick file*) sind große spitzflache, deren Dicke so beträchtlich ist, daß sie nahezu die Hälfte der Breite erreicht.

4) Messerfeilen (lime en couteau, *knife-file*), spitz, im Querschnitt dünn, keilförmig, nach Art einer Messerklinge, nur daß an die Stelle der Schneide eine sehr schmale Fläche tritt; alle vier Flächen mit Hieb versehen. Sie dienen zur Verfertigung schmaler Einschnitte u. dgl., werden aber nicht häufig gebraucht.

5) Gabelfeilen (langue de carpe, *tongue*), spitzflache Feilen, deren schmale Seiten abgerundet sind. Bei der Verfertigung der Gabeln werden diese Feilen gebraucht, um die Räume zwischen den Zacken auszuarbeiten; außerdem macht man damit andere schmale Einschnitte mit abgerundetem Ende. Man sieht, daß die Anwendung der Gabelfeilen sehr beschränkt ist.

6) Einstreichfeilen, Schraubenkopf-Feilen, Schwertfeilen (lozange, *slitting file, featheredged file, feather edge, screw-head file*); Querschnitt ein sehr stark verschobenes gleichseitiges Viereck, dessen scharfe Winkel ein wenig abgestumpft sind. Die zwei dadurch entstandenen ganz schmalen Flächen sind gleich den vier breiten gehauen. Man macht damit die Einschnitte der Schraubenköpfe und ähnliche schmale Einkerbungen, wozu nie eine größere Länge der Feile als 50 bis 130mm erforderlich ist. Die Breite und Dicke ist von einem Ende bis zum anderen gleich groß.

7) Dreieckige oder dreikantige Feilen (tiers-point, lime triangulaire, trois-quarts, *three square file, triangular file*), spitz, der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, Hieb auf allen drei Flächen. Sie dienen zum Ausfeilen spitzer Winkel. Man hat auch Strohfeilen von dieser Form.

Dreikantige Feilen ohne Zuspitzung, von gleicher Dicke in der ganzen Länge (*equal three-square file*) kommen wenig vor. Von dieser Art gibt es auch solche, deren Querschnitt ein gleichschenklig-stumpfwinkliges Dreieck ist (*cant file*).

8) Sägefeilen (lime pour scies, *saw-file, three-square saw-file*), zum Nachfeilen und Schärfen der Zähne an Sägeblättern; theils spitzig, theils stumpf (*blunt*

[1]) Polyt. Centr. 1849, S. 1246. — Polyt. Journ., Bd. 111, S. 270.

saw-file), übrigens den dreieckigen Feilen gleich, nur daß die drei Kanten durch ganz schmale, besonders (jedoch nur einfach) gehauene Flächen ersetzt sind, wodurch eine größere Dauerhaftigkeit erreicht wird. Sie sind 75 bis 150 mm lang, manchmal einhiebig (ohne Unterhieb).

Diese Feilen dienen zum Schärfen mittlerer und kleiner Sägen mit gewöhnlichen dreieckigen Zähnen; auf Mühlsägen mit sehr grober Verzahnung gebraucht man spitzflache Feilen, an welchen eine der schmalen Seiten flach, die andere wie bei den Gabelfeilen konvex gerundet ist (Mühlsägenfeilen, *mill-saw file*). Für gewisse Zahnformen hat man halbrunde, durchaus gleich dicke, Sägefeilen (*frame saw file*); zur Ausarbeitung der runden Vertiefung bei den sogenannten Wolfszähnen zylindrische runde Sägefeilen (*gulleting saw file*); endlich zum Abgleichen der Zahnspitzenreihe spitzflache oder stumpfe flache Feilen (*topping file*), die von Ende zu Ende gleich dick und oft auf einer oder auf beiden schmalen Flächen konvex gerundet sind.

9) Halbrunde Feilen (demi-ronde, *half round file*), spitz, im Querschnitt von der Gestalt eines Kreisabschnittes, die flache und die runde Seite gehauen; auf letzterer der Hieb von eigenthümlicher Beschaffenheit, nämlich jede über die Breite der Feile hergehende Linie desselben aus mehreren kurzen Einschnitten zusammengesetzt; bei Schlichtfeilen auf dieser runden Seite gewöhnlich nur der Oberhieb vorhanden; dienen zur Ausarbeitung konkaver Krümmungen. Unter den Strohfeilen sind auch halbrunde gebräuchlich.

Bei den gewöhnlichen halbrunden Feilen (*full half-round*) ist die Krümmung der konvexen Seite ein Kreisbogen von 90 bis 120°; solche mit viel schwächerer Krümmung, deren Bogen öfters nur 30 bis 40° mißt, heißen flach-halbrunde (*flat half-round, halfround flat back*); dagegen gibt es auch solche, deren Querschnitt ein Halbkreis ist (*halfround high back*). — Die halbrunden Zinnfeilen stimmen im Hiebe und in der Anwendung mit den flachen (S. 350) überein.

10) Wälzfeilen (lime à arrondir, *round-off file*), dünne, halbrunde, in der ganzen Länge gleich breite Feilen von 50 bis 150 mm Länge, an welchen nur die flache Seite gehauen, die runde aber glatt ist. Gebrauch: zum Abrunden (Wälzen, arrondir, *rounding off*) der Zähne an kleinen Rädern (bei großen kann man die Ansatzfeilen benutzen).

11) Vogelzungen (feuille de sauge, *cross file, crossing file, double half-round*), immer spitz, Querschnitt ein Bogenzweieck. Die Feile besitzt demnach zwei konvexe Flächen, welche beide nach Art der runden Seite an den halbrunden Feilen gehauen sind. Gewöhnlich gibt man der einen Seite eine flachere Krümmung als der anderen.

Die Vogelzungen werden überhaupt zu ähnlichen Zwecken wie die halbrunden Feilen angewendet, sind aber besonders bequem zu gebrauchen beim Ausfeilen der spitzovalen Oeffnungen zwischen den Armen oder Schenkeln der Uhrräder, welche zwei verschiedene Bögen darbieten. Die Benennung *cross-file* rührt davon her. — Vogelzungen-Feilen, welche sehr dick, also stark konvex sind, kommen wohl auch unter dem Namen Karpfenzungen vor.

12) Runde Feilen (lime ronde, *round file*), spitzig, Querschnitt ein Kreis, der ganze Umfang mit der bei konvexen Flächen gebräuchlichen Art des Hiebes (s. unter Nr. 9) bedeckt und demgemäß die Schlichtfeilen in der Regel nur einhiebig. Runde Strohfeilen kommen selten vor. Die runden Feilen überhaupt werden zur Ausarbeitung runder Löcher und stark gekrümmter Vertiefungen gebraucht. Kleine runde Feilen führen den Namen Rattenschwänze (queue de rat, *rat-tail*).

Selten sind solche runde Feilen, deren Dicke bis ans Ende gleich bleibt, sodaß ihre Gestalt zylindrisch ist (*equal round file*).

Die bisher aufgezählten Arten der Feilen sind in ausgedehntestem Gebrauche, sodaß man sie fast sämmtlich in allen Metallarbeiter-Werkstätten findet. Viele andere Arten, welche für spezielle Zwecke berechnet sind, kommen dagegen nur bei einzelnen Gewerben in Anwendung; diese sämmtlich hier zu beschreiben oder nur namentlich anzuführen, fehlt der Raum: doch soll das Wichtigste davon nicht übergangen werden.

1) Uhrmacher-Feilen (limes d'horloger, *clock-makers files, watch-files*). Unter diesem Namen sind nicht alle Feilen zu verstehen, welche der Uhrmacher gebraucht;

denn die meisten der schon oben beschriebenen Arten, besonders die mittleren und kleinen Sorten derselben, hat dieser Künstler mit anderen Metallarbeitern gemein. Aber zur Bearbeitung vieler einzelner Theile von Uhrwerken werden eigenthümliche Feilen erfordert, die meist nicht über 100mm lang und von sehr mannigfaltigen Formen sind. Dahin gehören: die Zahnfeilen oder Ausstreichfeilen (lime à égalir, *equalling file*), sehr dünne flache Feilen, zugespitzt oder nicht, um die Zwischenräume der Räderzähne zu bearbeiten; die Grundfeilen oder Zahn-Grundfeilen (*hollow edge equalling file*), Ausstreichfeilen mit rinnenartig ausgehöhlten, einfach gehauenen Kanten und ungehauenen Flächen, welche bestimmt sind, den Grund der Zwischenräume an gezahnten Rädern zu vollenden; die Triebfeilen (lime à pignon, *pinion-file*) oder Flankirfeilen (lime à eflanquer), den Messerfeilen ähnlich, aber nicht zugespitzt, zur Ausarbeitung der Zähne an den Getrieben; die Trieb-Grundfeilen (*hollow edge, pinion-file*), an welchen nur die schmale, flach rinnenartig ausgehöhlte Kante gehauen, die ganze Form übrigens jener der Triebfeilen gleich ist; die Schwalbenschwanzfeile (Steigradschieber-Feile, *dovetail-file*), von ähnlicher Gestalt des Querschnittes wie die Messerfeilen, doch auf der schmalen Kante ohne Hieb; die Scharnierfeilen (Scharnierplatzfeilen, *joint-file, round edge joint-file*), flach, in der ganzen Länge von gleicher Breite und Dicke, mit abgerundeten Kanten, letztere allein gehauen, um die hohle Stelle auszufeilen, wo ein Scharnier angelöthet werden soll; die runde Scharnierfeile *(round joint-file)* zu demselben Behufe wie vorstehende, aber rund, von den gewöhnlichen runden Feilen dadurch verschieden, daß sie nicht zugespitzt, sondern überall gleich dick ist; die hohlen Scharnierfeilen *(hollow edge joint-file)*, von der flachen Scharnierplatzfeile nur dadurch abweichend, daß die mit Hieb versehenen Kanten rinnenartig ausgehöhlt sind, um das Aeußere eines Scharnieres zu bearbeiten; die Steigradfeilen (lime à roue de rencontre, *balance-wheel file, swing-wheel file*), gedrückt dreieckig, eine Fläche konvex bogenförmig und diese allein gehauen, zur Ausbildung der Zähne an den Steigrädern; die Zapfenfeilen (lime à pivots, *pivot-file*), dicke, sehr fein gehauene, kleine Ansatzfeilen mit etwas schrägen Seitenflächen, zur Bearbeitung der Räderzapfen; die Kreuzschenkelfeile, der Steigradfeile ähnlich, aber mit flacherer Krümmung, womit die Arme oder Schenkel durchbrochener Räder ausgebildet werden; u. s. w.

2) Nadelfeilen (limes à l'aiguille, limes d'aiguilles, *needle-files*), und Federfeilen, 50 bis 100mm lange dreieckige, halbrunde, runde und messerförmige Feilen, welche manchmal nicht gehärtet sind, damit sie sich biegen lassen, wenn man damit auf vertieften Oberflächen arbeiten muß. Den meisten Gebrauch machen davon die Goldarbeiter.

3) Schweiffeilen, von den Schlossern zum Ausfeilen der geschweiften Schlüssellöcher u. dgl. angewendet. Im Querschnitt trapezförmig, mit einer einzigen gehauenen Fläche.

4) Backenfeilen der Messerschmiede, der Länge nach gefurcht, mit einem einfachen quer über die Furchen laufenden Hiebe, um die als Verzierung dienenden Querstreifen auf den metallenen Backen der Messerschalen einzufeilen.

5) Liegefeile (*rubber*) der Gold- und Silberarbeiter, eine sehr (bis 150mm) breite flache Feile, deren Gebrauch das Eigenthümliche hat, daß die Feile auf den Tisch gelegt und das kleine Arbeitstück darüber hin und her gezogen wird.

6) Riffelfeilen, Raumfeilen (rifloirs, rifflards, *riflers, rifflers*), verschiedentlich gebogen oder gekröpft, um in Vertiefungen arbeiten zu können; zum Gebrauch für Gürtler, Goldarbeiter, Bildhauer ꝛc. Zuweilen macht man sie aus Eisen und härtet sie nur oberflächlich durch Einsetzen (S. 27), wonach sich mittelst eines hölzernen Hammers ihre Krümmung beliebig verändern läßt.

7) Scheibenförmige Feilen, welche sich um ihre Achse drehen, während mit ihrem Umkreise die Arbeitstücke in Berührung gesetzt werden. Dahin gehören namentlich der bei den Nadlern zum Zuspitzen der Stecknadeln gebräuchliche Spitzring und die (am Rande durch zwei Facetten zugeschärften 100 bis 150mm im Durchmesser großen) scheibenförmigen Sägefeilen, *circular saw-file*, welche statt der geraden Sägefeilen (S. 350) mit Vortheil dort Anwendung finden, wo das Schärfen der Sägen eine stetig vorkommende Arbeit ist. Solche Werkzeuge vermitteln den Uebergang von den Feilen zu den Fräsen, welche hiernächst in Betrachtung gezogen werden.

XVIII. Fräsen und Fräsmaschinen [1]).

Eine Fräse (fraise, *cutter*) ist ein durch drehende Bewegung wirkendes stählernes Werkzeug mit mehr oder weniger groben Einkerbungen, welche dem einfachen Feilenhiebe ähnlich sind, aber nicht durch Hauen mit einem Meißel gebildet, sondern gewöhnlich eingefeilt sind. Vermöge der zwischen diesen Kerben stehenden spitzwinkligen Kanten oder Schneiden nimmt die mit einem Arbeitstücke in Berührung kommende Fräse auf ähnliche Weise Späne ab, wie eine grobe einhiebige Feile oder eine Reihe rasch auf einander folgender Hobeleisen thun würde. Mit den letzteren haben die Fräsen eine um so mehr hervortretende Aehnlichkeit, als man dieselben, wenn sie groß sind, wirklich aus Stücken, deren jedes nur eine einzige Schneide trägt, zusammensetzt. Die üblichste Gestalt der Fräsen ist die eines Zylinders, welcher auf seiner Endfläche, oder einer kreisrunden Scheibe, welche bald nur auf der Fläche, bald nur auf dem Rande, bald hier und dort zugleich gekerbt ist. Auf der ebenen Fläche eines Zylinders oder einer Scheibe stellt man die Kerben radial, auf der Randfläche quer über dieselbe, oft nach einer steilen Schraubenlinie verlaufend. Scheibenförmige Fräsen, welche nur auf der Randfläche gekerbt und dabei schmal (dünn) sind, führen auch wohl den Namen Schneidräder; sie sind ihrer Gestalt und Wirkungsart nach als kleine Kreissägen zu betrachten, woraus man erkennt, daß der Charakter der Fräsen nach verschiedenen Seiten in andere Werkzeug-Klassen (Sägen, Feilen, Hobel, gekerbte Senker) hinüber spielt.

Der Schneidräder bedient man sich zur Hervorbringung von Einschnitten aller Art (mit parallelen oder in einem Winkel zusammenlaufenden Seiten 2c.), wonach sie bald die Gestalt eines sehr niedrigen Zylinders, bald die eines sehr niedrigen abgestutzten Kegels, bald die zweier solcher mit den größeren Grundflächen auf einander gesetzter Kegel 2c. darbieten [2]). Versieht man eine dickere Fräse dieser Art auf ihrer Randfläche mit rings herum gehenden beliebigen Furchen, Hohlkehlen u. dgl., so kann damit ein kleines Arbeitstück zu einer dem Profile der Fräse entsprechenden Form ausgearbeitet werden. Die Wirkung ist in solchen Fällen jener der Backenfeilen (S. 352) analog. Um auf der ebenen Fläche eines Metallstückes lange Einkerbungen, Furchen oder Rinnen, ja durchgehende Spalte zu erzeugen, kann ein Schneidrad gebraucht werden, an dessen Umkreise man, während es sich rasch um seine Achse dreht, die Arbeit in der Richtung der Tangente allmälig fortbewegt.

Fräsen von Zylinder- oder Scheiben-Gestalt mit radialen Kerben auf ihrer ebenen Kreisfläche (Stirnfräsen) dienen vortheilhaft zum Ebnen und Glätten kleiner, gerader Flächen, welche ohne dieses Hülfsmittel gefeilt oder gehobelt werden müßten. Sofern hierbei die Fräse nicht groß genug sein kann, um mit der ganzen zu bearbeitenden Fläche gleichzeitig in Berührung zu stehen, muß das Arbeitstück (welches zu diesem Behufe auf einem Schieber 2c. angebracht ist) nach und nach vor der Fräse vorübergeführt werden. Dabei kann eine Fräse, die auf Fläche und Rand zugleich gekerbt ist, zur Ausarbeitung rechtwinkliger Falze u. dgl. benutzt werden, indem von den zwei unter rechtem Winkel zusammenstoßenden (langen aber schmalen) Flächen die eine durch die Fräsen-Fläche, die andere durch den Fräsen-Rand angegriffen wird.

Ist etwa die Fräse ein Zylinder von gewisser Länge bei verhältnißmäßig geringem Durchmesser und auf der Mantelfläche mit zur Achse parallelen Kerben geschärft, so wird sie geeignet sein, an einem ruhenden Arbeitstücke halbzylindrische oder ähnliche Rinnen auszuarbeiten. Wie man unter Festhaltung dieses Prinzipes durch abgeänderte Gestalt der Fräse (als Kegel, Ellipsoid 2c.) den Erfolg mannigfaltig zu modifiziren im Stande ist, ergibt sich von selbst. Die kugelförmige Fräse ist mit dem Kugelsenker (S. 288) identisch.

Zur Verfertigung der Fräsen, d. h. zur Bildung ihrer Kerben, werden öfters selbst wieder Fräsen in geeigneten Vorrichtungen angewendet [3]).

Da die Fräsen vermittelst drehender Bewegung ihre Wirkung ausüben, diese aber durch Menschenhand meist nicht mit genügender Schnelligkeit erzielt werden kann,

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XXIII., S. 166.

[2]) Technolog. Encyklopädie, V. 581.

[3]) Bulletin d'Encouragement 1851, p. 385. — Polyt. Centr. 1850, S. 140; 1851, S. 1413. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 112.

so eignen sie sich wenig zum Gebrauch als Hand-Werkzeug, z. B. gleich Bohrern in die Brustleier (S. 275) oder die Kurbel (S. 275) eingesetzt. Sie werden demnach hauptsächlich in der Drehbank (wo man sie an der Spindel befestigt und mit derselben in Umlauf setzt) oder in eigenen **Fräsmaschinen** (machine à fraiser, machine à shéper, *shaping machine, milling machine, cutting engine*) zur Anwendung gebracht. Die letztgenannten Maschinen gebraucht man z. B. zur Bearbeitung der Seitenflächen an vier-, sechs- und achtseitigen **Schraubenmuttern** (und Schraubenköpfen), wonach sie den Namen Mutterfräsmaschine (machine à dresser les écrous, machine à tailler les écrous, *nut-shaping machine, polygon machine*) bekommen[1]). Die Fräse ist in solchen Maschinen eine Scheibe von 80 bis 220^{mm} Durchmesser, 25 bis 50^{mm} Dicke, sowohl auf der Fläche als auf der Stirn (dem Rande) gekerbt, öfters aus einzelnen Schneidstücken oder Meißeln zusammengesetzt[2]); sie befindet sich am Kopfe einer horizontalen Welle, welche gleich der Spindel einer Drehbank in Lagern unterstützt und durch Riemenscheiben ꝛc. in drehende Bewegung gesetzt wird. Zur Anbringung der in Arbeit genommenen Schraubenmutter (oder mehrerer, bis 12, solcher Muttern zugleich) steht vor der Fräse auf dem Gestelle der Maschine ein Apparat, der so beschaffen ist, daß man die Mutter nach Erforderniß um ihre eigene Achse (horizontal oder vertikal) wenden und jede beliebige Seite der Fräsenfläche darbieten kann. Eine Theilscheibe ist angebracht, um diese Wendung dergestalt zu reguliren, daß man im Stande ist, der Mutter nach und nach die vier, sechs oder acht verschiedenen Stellungen zu geben, welche zur richtigen Ausarbeitung ihrer 4-, 6- oder 8seitigen Gestalt erforderlich sind. Zugleich steht der Apparat auf einem horizontalen Schieber, welcher durch eine Schraube geführt wird, sodaß die Richtung dieser Bewegung rechtwinklig gegen die Spindel oder Welle der Fräse ist und demnach die Mutter in gerader Linie an der Fräse vorübergeht. Selbstthätige Fräsmaschinen sind so eingerichtet, daß ihr Mechanismus — von Elementarkraft in Gang gesetzt — alle Bewegungen (Drehung der Fräse, Schiebung und Wendung des Arbeitstückes) ohne Zuthun der Menschenhand vollbringt. Manche Fräsmaschinen sind doppelt: entweder so, daß jedes Ende der Spindel eine Fräse trägt, welche eine besondere Mutter bearbeitet, oder so, daß durch zwei auf derselben Spindel oder auf verschiedenen Spindeln angebrachte Fräsen eine und dieselbe Mutter auf zwei einander gegenüberstehenden Flächen gleichzeitig gefräst wird. Durch eine einzige Fräse von veränderter Gestalt können drei Seitenflächen einer sechseckigen Schraubenmutter zugleich bearbeitet werden[3]).

Zum Abfräsen langer Arbeitstücke baut man Fräsmaschinen derartig, daß die Fräse, während sie in Umdrehung begriffen ist, entweder über das Arbeitstück hin fortschreitet oder letzteres mit dem schiebbaren Tische unter sich durchgehen läßt[4]). — Eine eigenthümliche Ausführungsform der Fräsmaschinen ist die sogenannte **Kreisfeilmaschine** zum Abschaben ebener Metallflächen von bedeutender Größe. Dieselbe besteht aus einer Scheibe, in welche radial 32 Stahlschienen so eingesetzt sind, daß deren schneidige Kanten ein wenig über die Scheibe vorstehen, aber durchgehends in einer und der nämlichen Ebene liegen; diese Scheibe wird von einer Antriebwelle aus in Umdrehung gesetzt, wobei die Schienen einen gegen sie angehaltenen Gegenstand bearbeiten.

An einer größeren Fräsmaschine zur Bearbeitung ebener Flächen wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: des größten Arbeitstückes Höhe 290^{mm}, Länge $2{,}10^{\mathrm{m}}$; Fräskopf eine mit 12 schräg angeschliffenen und schräg eingesetzten Rund-

---

[1]) Hütte, 1855, Taf. 22; 1858, Taf. 7; 1864, T. 33. — Armengaud, III. 44; V. 257 (273); VIII. 374. — Jobard, Bulletin, III. 108; X. 207. — Le Blanc, Recueil, III. Planche 30. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 2, S. 755; 1848, S. 417. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII., S. 379. — Polyt. Journ. Bd. 73, S. 171; Bd. 205, S. 189. — Brevets LVI. 443. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 46. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttg. 1858), S. 575, 606. — Atlas III. Taf. 33.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 87, S. 246. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 434.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 164, S. 260.

[4]) Armengaud V., 257 (273). — Hütte, 1863, Taf. 32a, b.

stählen versehene Scheibe; Durchmesser des Zahnspitzenkreises 320 mm, Zuschärfungswinkel der Schneiden 55°, Anstellungswinkel 35°; mittelst eines dreiläufigen Stufenscheibenpaares kann der Fräskopf drei verschiedene Geschwindigkeiten erhalten (4,9 bis 10,5 Umdrehungen pro Minute); die Zuschiebung des Arbeitstückes pro Umdrehung des Fräskopfes kann von 0,52 bis 2,93 mm verändert werden; größte stündliche Leistung $G = 4{,}28$ kg Gußeisen abgefräst bei 3,8 mm Schnitthöhe, 0,24 mm Schnittbreite, 190 mm Schnittlänge, 85 mm Schnittgeschwindigkeit pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}27$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}67$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 4000 kg. Allgemein kann der Arbeitsverbrauch solcher Fräsmaschinen gesetzt werden

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken},$$

worin N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergang, G das stündlich abgefräste (zerspante) Materialquantum bezeichnet und ε den Arbeitsverbrauch für 1 kg Spangewicht pro Stunde; für Gußeisen ist zu setzen

$\varepsilon = 0{,}07$ Pferdestärken bei mittelscharfen Schneiden,
$\varepsilon = 0{,}24$ „ bei Abfräsung der Gußhaut.

Der Werth von N_0 bewegt sich in den Grenzen 0,10 bis 0,55 Pferdestärken; das Spangewicht G ist in jedem Falle durch direkte Beobachtung zu bestimmen.

Für manche runde Gegenstände kann die Bearbeitung mit Fräsen das Abdrehen ersetzen, wobei man in einem der Drehbank angefügten Apparate Fräsen von der erforderlichen Profilgestalt anwendet und auf das in langsamer Umdrehung begriffene Arbeitstück wirken läßt[1]).

Abänderungen im Gebrauche der Fräsen kommen manche vor. So hat man kleine Fräsen zur Benutzung auf der Drehbank, um aus dickem Drahte kleine Schräubchen (vorläufig ohne das Gewinde) mit unterwärts konischem — sogenanntem versenkten — Kopfe zu verfertigen[2]); zu gleichem Zwecke kann eine an einem Hefte in der Hand gehaltene und gegen den, sich um seine Achse drehenden, Draht angedrückte Fräse dienen[3]). Eine als Fräse wirkende ebene kleine Stahlplatte mit querlaufenden parallelen Furchen gebraucht man zum Ebnen der untern Seite an zylindrischen Schraubenköpfen, indem man die Schraube durch ein Loch der Platte steckt und mittelst eines in den Kopfspalt eingesetzten Schraubenziehers (sei es in der Drehbank oder mittelst der Brustleier, S. 275) umdreht, wobei die Unterseite des Kopfes sich an der gekerbten Fläche reibt[4]). — Die Nußfräse der Schlosser[5]) gehört noch hierher; dagegen weniger der Wirkungsart nach, als wegen des Namens, der Fräser[6]) zur Ausarbeitung kreisförmiger Rinnen von beliebigem Profile, und der ziemlich nach Art des Schneidzirkels (S. 289) gebaute Fräsbohrer[7]) zum Einschneiden konzentrischer schmaler Furchen rund um ein im Mittelpunkt vorhandenes Loch: letztere beiden Instrumente werden in der Bohrkurbel (S. 275) gebraucht und stehen den Bohrern oder den Senkern weit näher, als den Fräsen.

Fräsmaschinen, welche auf die Bearbeitung bestimmter Gegenstände speziell berechnet sind, erhalten demgemäß eine eigenthümliche Einrichtung. Es gehören dahin beispielsweise folgende: zum genauen Ablängen der mittelst Kreissäge im glühenden Zustande nur zu annäherndem Maße geschnittenen Eisenbahnschienen[8]); — zum Einschneiden der Eisenbahnschienen an ihren Enden, behufs einer Laschenverbindung[9]); — zum Ausfräsen der Krummzapfenvertiefungen an Lokomotivachsen (wo die Fräse aus einer gußeisernen Scheibe von z. B. 1,6 m Durchmesser und 100 mm Dicke mit vielen in der Randfläche eingesetzten, zur Achse parallelen Schneiden besteht)[10]); — zum Abnehmen der Guß-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 115, S. 245; Bd. 141, S. 164. — Polyt. Centr. 1856, S. 1232. — Brevets, II. 26, 31.
[2]) Jahrbücher IX. 135. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII. 403.
[3]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 521. — Polyt. Centr. 1842, Bd. I., S. 394. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII., 402.
[4]) Technolog. Encyklopädie, V., S. 580—581.
[5]) Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, II. 348.
[6]) Hülsse, Maschinen-Encyklopädie, II. 340—341.
[7]) Hülsse, Maschinen-Encyklopädie, II. 348—349. — Technolog. Encyklopädie, II. 548.
[8]) Hütte 1859, Taf. 12.
[9]) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 7, 1861, S. 80.
[10]) Atlas III., Taf. 17.

näthe von gegossenen Stücken, sowie der rauhen Oxydkruste auf Guß- oder Schmiedearbeit[1]); — zum in- und auswendigen Reinabfräsen der Enden von eisernen Röhren, welche in einander gesteckt und durch Löthung verbunden werden sollen[2]); — zum Abrichten der Dampfschieberflächen an Lokomotiven (wo die Fräsmaschine tragbar ist, damit man nicht nöthig hat, die Dampfzylinder von der Lokomotive loszunehmen)[3]); — zur Ausarbeitung der Zahnlücken an verzahnten Rädern (vergl. Abschnitt XX. im 6. Kapitel).

XIX. Hammer und Ambos[4]).

Insofern von dem Gebrauche des Hammers (marteau, *hammer*) zum Schmieden schon früher die Rede war, kommt hier nur die Anwendung desselben zur Bearbeitung der Metalle im kalten Zustande in Betracht. — Die Hämmer sind von sehr verschiedener Art, obwohl sie das Hauptsächliche der Form und mehreres Andere mit einander gemein haben. In der Regel macht man den Hammer aus geschmiedetem Eisen, welches an den Stellen, wo er beim Gebrauche aufschlägt, mit vorgeschweißtem und gehärtetem Stahle belegt ist; nur die allerkleinsten Hämmer bestehen ganz aus Stahl. In besonderen Fällen sind Hämmer von Holz (Weißbuchen-, Buchsbaum-, Pock-, Ahorn-, Kornelkirschen-Holz) und von Horn, im Besonderen Büffelhorn, gebräuchlich: dies findet namentlich Statt bei der Bearbeitung dünner Gegenstände aus weichen Metallen (Kupfer, Tombak, Gold, Silber), wo etwa vorhandene Verzierungen unbeschädigt bleiben müssen, während das Stück gebogen wird; sowie dann, wenn das Hart- und Steifwerden des Arbeitstückes möglichst vermieden werden soll. Ein eiserner Hammer drückt nämlich das Metall, auf welches er schlägt, stark zusammen und vermindert sehr bald in merklichem Grade dessen Weichheit und Dehnbarkeit; der hölzerne Hammer (Schlägel, maillet, *mallet*) dagegen zeigt diese Wirkung gar nicht oder in weit geringerem Grade. Aus ähnlichem Grunde, nämlich um Beschädigung oder Verunstaltung der geschlagenen Gegenstände zu verhindern, macht man öfters den Montirhammer (massette pour le montage), dessen man sich beim Zusammensetzen eiserner Maschinen bedient, aus Kupfer oder weicher Bronze (Kupfer mit etwa 2 Prozent Zinn vermischt). Die Größe der Hämmer ist sehr verschieden: die kleinsten, für sehr feine Arbeiten gebräuchlichen, haben 30 bis 40 mm Länge und einen etwa 150 mm langen Stiel; die größeren wiegen zuweilen einige Kilogramm und erfordern die ganze Kraft des Armes, um an dem 300 bis 400 mm langen Stiele gehörig geschwungen zu werden. Die Gestalt der meisten Hämmer ist so, daß dieselben an beiden Enden des Kopfes gebraucht werden können; und man gibt gewöhnlich diesen Enden eine ungleiche Bildung oder doch wenigstens eine ungleiche Größe, um sie für verschiedene Zwecke gebrauchen zu können. Ist die Endfläche des Hammers von erheblicher oder ziemlich gleicher Ausdehnung nach Länge und Breite, so führt sie den Namen Bahn (table, *face*); sehr schmal bei einer gewissen Länge, heißt sie Finne (panne, *pane*); manchmal ist das Ende des Hammerkopfes eine scharfe oder etwas abgerundete Spitze. Meistentheils enthalten die Hämmer an einem Ende eine Bahn, am andern eine Finne, oft aber auch zwei Bahnen oder zwei Finnen. Die Bahn ist entweder eben (flach) oder konvex, selten konkav; konvexe Bahnen kommen am häufigsten vor und sind theils wenig, theils stark konvex, theils von der Form eines Kugelsegmentes, theils einem Zylinderabschnitt ähnlich. Dem Umrisse nach sind die Bahnen kreisrund, oval, quadratisch, länglich viereckig oder achteckig. Die Finne ist der Breite nach flach, oder abgerundet, oder kantig (einer stumpfen Schneide ähnlich), der Länge nach gerade oder konvex gekrümmt, hinsichtlich ihrer Stellung entweder parallel zum Hammerstiele oder rechtwinklig gegen denselben.

---

[1]) Génie ind., T. 21, p. 158. — Polyt. Journ., Bd. 160, S. 188.
[2]) Polyt. Centr. 1861, S. 1547, 1617.
[3]) Ztschr. d. Ing. 1862, S. 599.
[4]) Technolog. Encyklopädie, II. 274; VII. 142; IX. 60-62. — Holtzapffel, I. 385, 398.

Die Stiele der Hämmer sind von zähem und harten Holze (Weißbuchen, Weißdorn, Eichen etc.), von einer der Größe des Hammers und dem Zwecke desselben entsprechenden Länge und Dicke, im Querschnitt selten rund, sondern meist oval oder flach, wobei die größere Dimension des Querschnittes in der Richtung des Hammerkopfes steht, um besser den nöthigen Widerstand gegen Zerbrechen leisten zu können. Das Loch (oeil), in welchem der Stiel befestigt wird, darf den Hammer nicht zu sehr schwächen und soll durch den Schwerpunkt desselben gehen, wodurch der Hammer einen gleichen und guten, die Hand nicht zu sehr ermüdenden Zug oder Schwung erhält. Die Hammerstiele von Weißbuchenholz erlangen durch Tränken mit Leinölfirniß (worauf man sie recht gut trocken werden läßt) größere Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

Unter dem allgemeinen (in diesem ausgedehnten Sinne nicht üblichen) Namen Ambos sei es erlaubt, hier alle die verschiedenen Werkzeuge zusammenzufassen, welche bei dem Gebrauche der Hämmer dem Metalle als Unterlage dienen. Insofern diese Unterlage den Eindrücken widerstehen und dem Arbeitstücke Glätte ertheilen oder wenigstens die demselben eigene Glätte nicht zerstören soll, muß der Ambos hart und glatt sein. Daher besteht er aus Eisen und wird auf der Arbeitsfläche (Bahn, table, *face)* mit Stahl belegt, gehärtet und fein abgeschliffen, oft sogar sorgfältig polirt. Hölzerne oder bleierne Unterlagen für die Arbeit sind Ausnahmen. Hinsichtlich der Gestalt der Ambosse finden eben so vielerlei Verschiedenheiten Statt, als in Betreff der Hämmer. Große Ambosse steckt man zumeist mit einer spitzigen Fortsetzung (Angel) ihres unteren Theiles in einen 600 bis 800^{mm} hohen auf der Erde stehenden Holzklotz (billet, tronchet); kleinere werden auf gleiche Weise in einem auf die Werkbank gesetzten niedrigen Holzzylinder befestigt, die kleinsten im Schraubstocke eingeklemmt.

Man bedient sich des Hammers sehr häufig zum Flach- oder Glattschlagen, Ausdehnen oder Strecken, Zuspitzen, Abrunden, Geradrichten, Biegen u. s. w., überhaupt zu solchen Bearbeitungen, welche mit dem Schmieden Ähnlichkeit haben, sich aber insofern davon unterscheiden, als sie ohne Anwendung der Wärme Statt finden, daher nur in beschränktem Maße und vorzüglich an kleinen Gegenständen ausführbar sind. Ferner werden Platten oder Streifen von Eisen, Messing etc., welche einer gewissen Härte oder Federkraft bedürfen, durch Überhämmern steif, hart und elastisch gemacht (Hartschlagen, S. 139), ohne daß man hierbei eine Ausdehnung oder Formveränderung beabsichtigt. Auch dient der Hammer als Hülfswerkzeug bei der Anwendung der Meißel, Durchschläge, Punzen, um das Eindringen dieser zu bewirken. Für die hier eben aufgezählten Zwecke ist die Gestalt des Hammers mit jener der Schmiedehämmer, die geringere Größe abgerechnet, übereinstimmend; d. h. er besitzt eine quadratische, sehr wenig konvex gewölbte, auch wohl ganz ebene Bahn und eine gerade, abgerundete, dem Stiele parallel oder auch quer gegen denselben gestellte Finne. Der Bankhammer, Handhammer (marteau d'établi, wenn er groß ist masse, kleiner demi-masse oder massette; *bench-hammer)* der Schlosser und anderer Eisenarbeiter gehört hierher. Man hält das zu behandelnde Metallstück mit der Hand, mittelst eines Feilklobens oder einer Zange, und legt es auf eine zu diesem Behufe am Schraubstocke angebrachte flache Erhöhung, oder auf ein eigenes Schlagstöckchen[1]) mit harter und sehr glatter Bahn. Letzteres hat entweder (in sehr kleinem Maßstabe) völlig die Gestalt des Schmied-Ambosses, d. h. eine flache viereckige Bahn mit einer zugespitzten flachen Verlängerung und einem gegenüberstehenden konischen Horne: enclumeau, *beak iron, beck iron, bick iron;* oder es besteht aus einer viereckigen 40^{mm} im Quadrate großen, 6^{mm} dicken, gehärteten Stahlplatte, welche auf einem Würfel von Holz flachliegend befestigt ist: tas, *polishing block;* oder es hat eine flache oder konvex krumme, bald viereckige, bald kreisförmige, zuweilen dreieckige Bahn: tas, tasseau, *stake, teest.* Hölzerne Stöckchen gebraucht man in Fällen wie diejenigen, wo hölzerne Hämmer zweckmäßig sind.

Die meisten und größten Verschiedenheiten der Hämmer, sowie der Ambosse oder der den Ambos vertretenden Werkzeuge kommen bei der Bearbeitung des Bleches (in den Werkstätten der Klempner, Kupferschmiede, Silberarbeiter etc.) vor. Man be-

[1]) Technolog. Encyklopädie, XIV. 170–171.

dient sich des Hammers sowohl, um das Blech auf mannigfaltige Weise zu biegen, als um aus demselben, durch zweckmäßige Ausdehnung, die verschiedenartigsten vertieften oder hohlen Gegenstände zu erzeugen. Die letztere Art der Bearbeitung wird im Allgemeinen Treiben oder Hämmern, Schlagen (marteler, martelage, *hammering)* genannt: sie zerfällt in das eigentliche Treiben oder Auftiefen (emboutir, *chasing*), wobei eine Blechplatte durch Hämmern auf ihrem mittleren Theile die hohle oder vertiefte Gestalt erhält; und in das Aufziehen (relever, *raising)*, wobei das Hämmern oder die Ausdehnung am Rande herum Statt findet.

Wenn man sich vorstellt, daß irgendwo auf einer ganz ebenen Blechplatte ein Hammerschlag ausgeführt werde, der das Metall zusammendrückt aber zugleich nach allen Seiten hin aus einander treibt, so entsteht durch die letztere Wirkung — weil die umgebenden Metalltheile kein Ausweichen der gedehnten Stelle in der Ebene der Platte gestatten — eine mehr oder weniger merkliche Beule. Denkt man sich eine Anzahl von Schlägen in regelmäßiger Anordnung und Aufeinanderfolge auf den mittleren Theil einer Blechscheibe einwirkend, so muß das ganze Stück mehr und mehr eine schalenartige Vertiefung erhalten, indem der nicht ausgedehnte Rand sich der Beibehaltung der ebenen Fläche widersetzt. Von der Weise, wie die Hammerschläge mehr oder weniger stark, mehr oder weniger häufig, auf verschiedene Stellen des Bleches fallen, hängt die endlich herauskommende Gestalt ab. Dies gibt einen Begriff vom Auftiefen. Wird dagegen eine ebene Scheibe rings in der Nähe des Randes durch Hämmern ausgedehnt, während die Mitte und der Rand selbst keine oder eine geringere solche Bearbeitung erleidet, so muß der Rand sich von der Fläche aufrichten und eine Stellung annehmen, in welcher er, wenn er nun seinerseits angemessene Schläge erhält, noch weiter in die Höhe gedehnt werden kann. Auch hier wieder wird die Form, Stellung und Größe der entstehenden Seitenwände davon abhängen, wie und in welchem Maße die Schläge des Hammers gewirkt haben. So erhält man eine Vorstellung vom Aufziehen, welches insbesondere Einziehen (rétreindre, rétreinte, *raising-in)* genannt wird, wenn durch das Hämmern der Durchmesser eines hohlen Gegenstandes an einer bestimmten Stelle wieder verkleinert (demnach zugleich die Wanddicke durch Zusammendrängung des Metalles vergrößert) wird, und Schweifen, Ausschweifen (écolleter), wenn die Mündung eines Gefäßes u. dgl. durch Hämmern, nach Art einer Vasenöffnung sich erweitert. Sehr gewöhnlich wird das Auftiefen mit dem Aufziehen verbunden; denn da die durch das Hämmern ausgedehnten Theile an Dicke abnehmen, so behält das Metall eine gleichmäßigere Stärke, wenn man, um eine Höhlung von bestimmter Tiefe zu erzeugen, nicht den Rand allein oder die Mitte allein in Anspruch nimmt. Oft würde selbst das Blech eine zu starke oder zu lange fortgesetzte Bearbeitung an einer Stelle nicht ertragen, ohne Risse oder Brüche zu bekommen; und endlich führt häufig die Vereinigung beider Arbeitsmethoden am schnellsten, sichersten und leichtesten zum Ziele.

Im größten Maßstabe wird das Treiben mit dem Hammer auf jenen Hammerwerken ausgeübt, wo die fabrikative Herstellung von kupfernen, eisernen und messingenen Gefäßen (Kesseln, Schalen, Pfannen) Statt findet. Man bearbeitet Eisen und Kupfer glühend (also ein eigentliches Schmieden), Messing dagegen kalt, und wendet hierzu Schwanzhämmer (S. 144) an, welche vom Wasser getrieben werden. Man schneidet aus starkem Bleche mittelst einer großen Schere zirkelrunde Scheiben aus, oder schmiedet ausdrücklich zu diesem Zwecke unter dem Breithammer zirkelrunde Scheiben, welche man oft in der Mitte etwas dicker läßt, weil hier die stärkste Ausdehnung Statt findet. Die Scheiben werden mit der Schere am Rande glatt beschnitten; man legt 4 bis 16 oder 18 dergleichen, welche der Reihe nach an Größe und Dicke abnehmen, dergestalt auf einander, daß die kleinste und dünnste sich oben befindet, biegt den Rand der untersten, größten Scheibe mittelst eines Handhammers über die anderen um, und vereinigt hierdurch alle Stücke zu einem Gespann (trousse, fourrure, paquet), welches erst nach vollendeter Ausarbeitung wieder aufgelöst wird. Nur die Böden zu großen Kesseln und Branntweinblasen werden einzeln bearbeitet. Die Bearbeitung des Gespannes beginnt unter dem Scharfhammer, der eine schmale abgerundete Bahn und einen Ambos von gleicher Gestalt besitzt; durch wiederholte Schläge desselben, in Spirallinien vom Umkreise nach dem Mittelpunkte hin, entsteht schon ein geringer Grad von Vertiefung. Diese vergrößert sich unter dem Tiefhammer, dessen beinahe flache Bahn eine Kreisfläche von 70 bis 80 mm Durch-

messer bildet und zu welchem ein breiter ebener Ambos gehört. Ein zweiter Tiefhammer, der sich von dem vorigen bloß dadurch unterscheidet, daß seine Bahn nicht flach, sondern halbkugelförmig gerundet ist, beendigt das Austiefen. Die bisher gebrauchten drei Hämmer arbeiten im Innern des Gespannes, wobei letzteres jederzeit so regiert wird, daß die Schläge in einer Schneckenlinie vom Mittelpunkte gegen den Umkreis, und wieder entgegengesetzt, neben einander fallen; man bleibt aber allmälig mehr und mehr vom Umkreise zurück, um die größte Ausdehnung in der Mitte zu bewirken, und dadurch die erforderliche Tiefe zu erlangen. Zuletzt wird der Schierhammer (Schlichthammer) angewendet, welcher die von dem Treiben zurückgebliebenen Ungleichheiten und Beulen so viel wie möglich vertilgen muß. Er ist klein und leicht, an Gestalt dem zweiten Tiefhammer ähnlich, und schlägt von außen auf die Kessel; der dazu gehörige Ambos (Spitzambos) gleicht einem hohen und dünnen Kegel mit abgerundeter Spitze, damit die Kessel bequem auf denselben gehängt werden können. Jeder Kessel wird zuletzt mit der Schere am Rande beschnitten; der äußerste und der innerste eines Gespannes sind gewöhnlich beschädigt.

Für kleinere und einfach gestaltete Blecharbeit kann die Anwendung eines Vertikalhammers mit Daumenwelle (ähnlich dem zum Schmieden dienenden, S. 170, aber in entsprechend geringerer Größe ausgeführt) vortheilhaft sein[1]).

Die Bearbeitung des Bleches mit Handhämmern von sehr verschiedener Gestalt und Größe geschieht stets im kalten Zustande, und nur wenn durch fortgesetztes Hämmern das Metall hart und spröde wird, muß man es durch Ausglühen weich machen, insofern es Anwendung von Glühhitze gestattet (was z. B. bei Weißblech des Zinnüberzuges wegen nicht der Fall ist).

Die gewöhnlichsten Hämmer zum Biegen, Treiben und Glätten sind folgende:

Polirhammer, Glanzhammer (marteau à polir, *polishing hammer*), mit einer einzigen, kreisrunden, ein wenig konvexen (wie ein Abschnitt einer sehr großen Kugel gestalteten), fein polirten Bahn;

Spannhammer, Gleichziehhammer (marteau à dresser), mit einer oder zwei Bahnen, die sehr wenig gewölbt, beinahe ganz flach, und kreisförmig sind; übrigens dem vorigen gleich;

Aufziehhammer, Schweifhammer, mit zwei nach Art von Zylinderabschnitten gerundeten, langen und schmalen Bahnen, gleichsam breiten Finnen, welche quer gegen den Stiel gestellt sind;

Tellerhammer, Fußhammer, Krughammer (marteau à bouge), vom vorigen durch größere Breite der Bahnen verschieden;

Finnhammer, Aufziehhammer mit einer kreisrunden, etwas konvexen Bahn und einer abgerundeten, quer gestellten Finne;

Treibhammer, Tiefhammer, Knopfhammer (marteau à emboutir, *chasing hammer*), mit zwei halbkuglig konvexen Bahnen oder einer solchen und einer größeren, viel weniger konvexen Bahn;

Tiefhammer, mit einer kreisrunden, etwas konvexen und einer länglichen, abgerundeten (der des Tellerhammers ähnlichen) Bahn;

Flächenhammer, mit zwei ganz flachen, kreisförmigen oder quadratischen Bahnen;

Schärfenhammer, mit zwei geraden, quer gegen den Stiel stehenden Finnen, von welchen die eine flach, die andere fast schneidig ist;

Schlichthammer, Ausschlichthammer, dem Polirhammer ähnlich, aber kleiner und auf der Bahn stärker gewölbt;

Abschlichthammer, Planirhammer (marteau à planer, *planishing hammer*), mit zwei Bahnen, welche beinahe völlig flach, oder von denen die eine flach und die andere sehr wenig konvex ist; dem Umrisse nach sind die Bahnen kreisrund, oder die eine ist so, die andere quadratisch oder länglich viereckig;

Siekenhammer (marteau à soyer, marteau à suage), mit zwei abgerundeten, quer gegen den Stiel stehenden Finnen;

Abbindhammer, Abpinnhammer, ein kleiner Siekenhammer mit schärferen (schmäleren) Finnen;

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 342.

Büchsenfiekenhammer, mit zwei flachen schmalen Bahnen, auf deren jeder eine (quer gegen die Richtung des Hammerstieles stehende) halbzylindrische Rinne sich befindet.

Als Unterlage für das in Arbeit befindliche Blech dienen verschiedene Amboſſe und verwandte Werkzeuge. Zu großen Gegenständen gebraucht man einen gewöhnlichen Schmiedeambos (Hammerambos, Schlagstock). Bei den Kupferschmieden sind, außer diesem, Liegambosse üblich, aus einer starken, horizontal über einen Holzklotz gelegten Eisenstange bestehend, deren Enden aufgebogen sind und zwei Amboſſe darstellen. Die Klempner bedienen sich meistentheils des Polirstockes (tas à planer, *planishing-stake*), der mit seiner Angel aufrecht in das Loch eines auf dem Fußboden stehenden Holzklotzes eingesenkt wird. Die quadratische, etwas gewölbte Bahn desselben ist fein polirt und eine ihrer vier Kanten abgerundet. Der Spannstock (tas à dresser) ist dem Polirstocke sehr ähnlich, aber kleiner und auf der Bahn beinahe ganz flach; öfters macht man eine von den vier Seiten der Bahn nach auswärts krumm.

Die erste Arbeit, welche mit dem Bleche vorgenommen wird, wenn daraus durch Biegen irgend ein Gegenstand dargestellt werden soll, ist im Allgemeinen das Spannen, Ausspannen, Gleichziehen (dresser), welches auf dem Spannstocke mittelst des Spannhammers geschieht, um alle Beulen und sonstige Unebenheiten zu entfernen; sehr dünnes Blech legt man hierbei zwischen zwei stärkere Bleche, wodurch es leichter und vollkommner geebnet wird. Verzinntes Blech wird, vor dem Ausspannen, auf dem Polirstocke mit dem Polirhammer geschlagen (Poliren, polir, *polishing*), um die Verzinnung blank und glänzend zu machen. Gewöhnlich legt man zwei Blechtafeln auf einander, vereinigt sie durch Umbiegen der Ecken und bearbeitet sie gemeinschaftlich. Aus dem glatt gehämmerten Bleche werden hohle Gegenstände theils durch Biegen und Zusammenlöthen (auch durch Falzen oder Nieten), theils durch Treiben dargestellt; letzteres vorzüglich dann, wenn keine Löthung oder sonstige Verbindung Statt finden darf, oder wenn die Gestalt des Gegenstandes eine Zusammensetzung desselben nicht gestattet. Runde oder ovale Biegungen einer Blechtafel oder eines Blechstreifens geschehen auf dem Sperrhaken, Sperrhorn (bigorne, *beak iron*, wenn das Werkzeug klein ist: bigorneau), einer Art Ambos von der Gestalt eines T, woran der senkrechte Theil in einen Holzklotz gesteckt wird, das horizontale Stück aber zwei einander gegenüberstehende Hörner (gouges) ohne eine eigentliche, flache Bahn bildet. Jene sind zylindrisch, oder auch nach den Enden hin etwas verjüngt, auf der oberen Seite polirt und von verschiedener Dicke, damit man nach der Größe der Arbeit eins davon auswählen kann. Die Biegung des Bleches erfolgt theils durch den Druck der Hand, theils mit Hülfe eines hölzernen Hammers. Soll das Arbeitstück sehr glatt aussehen, so umwickelt man zuletzt das Sperrhorn mit dünnem Leder, Pergament, Tuch oder starkem Papier, und vollendet das Hämmern mit einem eisernen Hammer (Spannhammer oder Abschlichthammer). Dabei drücken sich alle Unebenheiten des Bleches, welche von ungleichförmiger Einwirkung des Hammers beim Biegen entstanden sind, in die nachgiebige Hülle des Sperrhornes ein, treten folglich auf der innern Seite des Arbeitstückes hervor, während die äußere Fläche die Glätte der Hammerbahn annimmt, ohne Spuren von den Schlägen des Hammers zu zeigen.

Alle runden oder ovalen, geraden Gefäße, sowie Ringe, kurze und nicht zu enge Röhren, ferner Gegenstände, welche nur rinnenartig und nicht ganz zusammen gebogen werden, bearbeitet man auf Sperrhörnern von verschiedener Größe. Stücke von bedeutendem Umfange, wie Dachrinnen u. dgl., können über einem runden Holze gebogen werden. Dagegen bedient man sich für sehr lange oder sehr enge Gegenstände statt des Sperrhornes eines eisernen oder stählernen Zylinders, den man horizontal an einem seiner Enden im Schraubstocke befestigt (Dorn, mandrin, runder Dorn, mandrin rond). Für eckige Biegungen gebraucht man Dorne von quadratischem oder rechteckigem Querschnitte (viereckige, flache Dorne, mandrin carré, mandrin méplat). Die Heberstange der Klempner (0,3 bis 1,0^{m} lang, 6 bis 25^{mm} im Durchmesser), der Rohrstock der Kupferschmiede, die Rohreisen der Schlosser gehören zu den Dornen. Die letzteren, zum Biegen der Ofenröhren ꝛc.

bestimmt, sind meist vierkantig und auf der oberen Seite zylindrisch gewölbt, mithin als Ausschnitte von Zylindern zu betrachten; sie haben 600 bis 900 ^{mm} Länge bei 40 oder 50 ^{mm} Dicke.

Röhren, die aus Blech gebildet und gelöthet sind, müssen oft verschiedentlich gekrümmt werden, wie es z. B. bei den Trompeten, Waldhörnern ꝛc. der Fall ist. Man bedient sich dazu eines hölzernen Hammers, gießt aber vorher, um das Einknicken zu verhindern, die Höhlung voll Blei oder Kolophonium, welches man zuletzt wieder ausschmelzt.

Außer den beschriebenen Werkzeugen sind zum Biegen des Bleches noch mehrere andere gebräuchlich. Kleine runde Biegungen können auf der abgerundeten Kante des Polirstockes (S. 360) gemacht werden. Scharfe winklige Umbiegungen nimmt man oft ebenfalls auf dem Polirstocke oder auf einem andern Ambosse vor, indem man das Blech über eine der scharfen Kanten der Bahn umklopft; oder man bedient sich des Umschlageisens *(hatchet-stake)*, welches die Gestalt eines großen, die horizontale, rund abgestumpfte Schneide aufwärtskehrenden Meißels hat. Ist die Kante dieses Werkzeuges bogenförmig (so, daß alle Theile des Bogens in einer vertikalen Ebene liegen), so heißt es Bördeleisen, bordoire, und wird dann hauptsächlich gebraucht, um an runden Scheiben (z. B. den anzulöthenden Böden zylindrischer Gefäße) den Rand rechtwinklig aufzubiegen: Bördeln, border. Eckige Böden werden auf dem Umschlageisen gebördelt.

Sichelartige Krümmungen schmaler Blechstreifen erzeugt man dadurch, daß man den geraden Streifen in einer schmalen eingedrehten Rinne eines hölzernen Zylinders auf die hohe Kante stellt und den hervorragenden Rand zweckmäßig überhämmert. Für sehr breite Streifen ist natürlich dieses Verfahren nicht anwendbar, und solche muß man krumm mit der Schere zerschneiden.

Schmale halbrunde Rinnen (Sicken), welche man öfters als Verzierung oder zu anderem Behufe an Blecharbeiten anbringt, werden auf dem Sickenstocke (suage, tas à soyer, *creasing-tool)* mittelst des Sickenhammers hervorgebracht. Die Arbeit heißt das Sicken (soyer, suager, *creasing*, oder wenn die Sicke den Rand eines Gefäßes einfaßt, ourler, *seaming)*. Der Sickenstock ist ein Ambos mit langer schmaler Bahn, auf welcher nach der Quere mehrere Rinnen oder Furchen eingefeilt sind; dazu gehören einige Sickenhämmer von verschiedener Größe, deren Finnen eine den Furchen entsprechende (etwas geringere) Breite haben. Man legt das Blech auf den Sickenstock und klopft es mittelst des Hammers in eine der Rinnen, während man es nach und nach fortrückt. Am Rande blecherner Gefäße wird gewöhnlich rund herum eine Sicke (ourlet, *seam*) angebracht, um eine größere Steifheit, also Schutz gegen das Verbiegen, zu erzeugen. Man legt in dieser Absicht das Gefäß mit der Außenseite auf den Sickenstock und führt den Hammer innerhalb, wodurch der Wulst nach der äußern Oberfläche hin aufgetrieben wird. Kleine Gefäße, Büchsen u. dgl., bei welchen der geringe Durchmesser die Bewegung des Hammers im Innern nicht gestattet, werden umgekehrt bearbeitet, indem man sie auf den Sickenstock hängt und von außen darauf schlägt; die Werkzeuge müssen dazu die entgegengesetzte Beschaffenheit haben, um den gleichen Erfolg hervorzubringen. Der Büchsensickenstock welchen man in diesem Falle gebraucht, enthält demnach auf seiner (der Breite nach stark gerundeten) Bahn mehrere querlaufende Wülste oder Rippen, welche den Rinnen der hierzu gehörigen Büchsensickenhämmer (S. 360) entsprechen. Die nöthige Steifheit des Randes an größeren Gefäßen wird durch Einlegen eines Drahtes in die Sicke erzielt, welche letztere alsdann nach innen zu geschlagen werden muß. Oberhalb derselben läßt man ein Streifchen des Randes stehen, das hierauf nach außen umgeklopft und bis zur gänzlichen Bedeckung des Drahtes um denselben herumgehämmert wird. Dabei, sowie zum Sicken in manchen anderen Fällen, bedient man sich, als einer Unterlage für den Gefäßrand, des Kornsickenstockes *(seamset)*, der im Schafte gekröpft und auf seiner kurzen Bahn mit einer einzigen Rinne oder höchstens mit zwei Rinnen versehen ist.

Runde und ovale Gefäße werden oft am Rande ausgeschweift, nämlich trichter- oder kelchartig erweitert; eine ähnliche Gestalt kommt bei Vasen- oder Leuchter-

füßen rc. vor. Das **Schweifen** ist, insofern dabei nicht blos eine Biegung, sondern eine Dehnung des Bleches Statt findet, eine Art des Treibens. Geringe Schweifungen arbeitet man wohl auf dem Polirstocke aus, indem man den Rand auf die abgerundete Kante desselben legt und unter beständigem Drehen des Gefäßes mittelst eines Schweifhammers von innen heraus überhämmert. Ist aber ein Gegenstand stark auszuschweifen, so geschieht dies auf dem Sperrhorne oder auf einem eigenen **Schweifstocke** (**Schweifhorn**), welcher sich vom Sperrhorn nur dadurch unterscheidet, daß das eine Horn spitzig konisch, das andere wenigstens ziemlich stark verjüngt ist. Das spitzige Horn dient auch zum Biegen konischer Gegenstände, z. B. Trichter.

Von dem Verfahren beim Schweifen mag Folgendes einen Begriff geben. Um z. B. einen geschweiften Leuchterfuß darzustellen, schneidet man aus Blech eine kreisrunde Platte und schlägt im Mittelpunkte derselben ein Loch von gehöriger Größe aus. Den Rand dieses Loches treibt man mittelst eines Schweifhammers auf der runden Kante des Polirstockes in der beabsichtigten Weise aus, wodurch er sich über die Fläche erhebt. Dann steckt man die Scheibe mit ihrem Loche auf ein Horn des Schweifstockes und bearbeitet den äußern Rand durch Hammerschläge so lange, bis die verlangte Form entstanden ist. Zwei oder drei Scheiben können, auf einander liegend, zugleich geschweift werden; zuletzt aber bringt man jede derselben einzeln auf das Schweifhorn und schlichtet (glättet) sie mittelst eines passenden Fuß- oder Tellerhammers aus. Gegenstände von geschweifter Gestalt, welche sich nicht aus einer flachen Scheibe bilden lassen, weil sie zu tief sind, werden zylindrisch oder trichterförmig auf dem Sperrhorne gebogen, an den Kanten zusammengelöthet und endlich auf dem Schweifstocke ausgeschweift.

Das Treiben von Gefäßen und hohlen Gegenständen überhaupt mittelst des Hammers (**Hammerarbeit**, **geschlagene Arbeit**, **ouvrage martelé**, **vaisselle martelée**, ***hammered work***, ***raised work***) ist nur in solchen Fällen die zweckmäßigste Verfertigungsart, wo die Gestalt der Stücke sich nicht zum Drücken auf der Drehbank (S. 304) oder zum Pressen in einer Stanze (S. 368) eignet, oder nur sehr wenige Stücke gleicher Art und Größe verlangt werden, mithin im letzteren Falle die Herstellung einer Stanze nicht bezahlt sein würde. Zur Ersparung von Zeit und Arbeit können zwei, drei und zuweilen selbst mehrere Stücke zugleich getrieben werden, indem man ebensoviel Bleche auf einander legt und durch umgebogene Ecken zusammenhält. Klempner, Silberarbeiter, Kupferschmiede, müssen eine Menge ihrer Arbeiten durch Treiben darstellen; kupferne Gefäße kommen meist schon roh ausgearbeitet vom Kupferhammer, wo sie nach der (S. 358) erklärten Methode verfertigt werden, und dem Kupferschmiede liegt dann nur die fernere Ausbildung und Vollendung durch Handarbeit ob. Neuerlich ist das Treiben auch mit Erfolg zur Darstellung architektonischer Ornamente aus Zinkblech in Anwendung gekommen.

Das Treiben ist seiner (S. 358 dargelegten) Theorie nach eine sehr einfache Arbeit; aber die Ausführung der mannigfachen Formen auf die beste und schnellste Art setzt eine große Fertigkeit und nicht wenig Überlegung von Seite des Arbeiters voraus. Der Anfang muß oft, insbesondere bei tiefen Gegenständen, damit gemacht werden, daß man das Blech auf einem bleiernen oder hölzernen Klotze auftieft, d. h. es mittelst eines Treib- oder Tellerhammers, oder eines hölzernen Hammers, in eine zweckmäßig gestaltete Vertiefung jenes Klotzes hineinschlägt. Das Treiben wird dann auf dem Polirstocke (oder — bei Gegenständen, welche keines Glanzes bedürfen — auf einem ebenso gestalteten, nur nicht polirten **Treibstocke**) fortgesetzt, indem man auf der inneren oder hohlen Seite mit Schweif-, Teller-, Tief- und Treibhämmern arbeitet, während die äußere Fläche auf dem Ambosse liegt. Wenn die Tiefe der Gegenstände bedeutend, oder ihre Höhlung so eng ist, daß man mit dem Hammer von innen nicht ankommen kann, so wählt man den umgekehrten Weg, d. h. man legt oder hängt die Arbeit mit der hohlen Seite auf ambosähnliche Werkzeuge von angemessener Gestalt und gebraucht den Hammer (der ein Tellerhammer oder ein anderer für den Zweck geeigneter sein kann) von außen. Oft müssen beide Verfahrungsarten mit einander verbunden werden. Die erwähnten Ambosse (**Fäuste**, **Fausteisen**, **Pfaffen**) sind meist klein, auf der Bahn polirt und entweder kugelartig gerundet (**mugelig**, **boules**) oder flach (**tasseaux**), im letztern Falle rund, oval,

viereckig, dreieckig ꝛc. Sie werden in den auf dem Fußboden stehenden hölzernen Klotz aufrecht eingesteckt. Der Stockambos (boule) bei den Kupferschmieden ist eine große kugelförmige Faust. Bei bauchigen Gefäßen (vaisselle en bosse), überhaupt wenn seitwärts an einem Gefäße gearbeitet werden muß, würde der gerade Schaft der Fausteisen ein Hinderniß sein, den Gegenstand in die gehörige Lage zu bringen. Man bedient sich dann eines T-förmigen Werkzeuges, welches an beiden Enden des horizontalen Theils aufgebogen und auf eine zweckmäßige Weise gestaltet ist. Die Liegambosse der Kupferschmiede (S. 360) gehören hierher. Mehr zu empfehlen ist aber für solche Fälle das (Einsatzeisen, der Geißfuß, pied de biche, *horse*) von der Gestalt eines ꞁ, dessen senkrechter Theil in dem hölzernen Klotze steckt, während das äußerste Ende des horizontalen Theiles ein von oben nach unten durchgehendes Loch enthält, in welches von verschiedenen Fausteisen, welche man vorräthig hat und welche alle mit einem zum Loche passenden Zapfen versehen sind (Aufsatzeisen), das erforderliche eingesteckt wird. Vasen und andere bauchige Gefäße von großer Tiefe und mit engen Öffnungen erfordern zur gänzlichen Vollendung ihrer Form einen hohen und schmalen, rund zugespitzten und etwas gebogenen Ambos (Daumeisen, Vasenhorn).

Die getriebenen Gegenstände müssen, um die unregelmäßigen und entstellenden Spuren der Hammerschläge zu verlieren, zuletzt glattgehämmert werden (Schlichten, Planiren, réparer, planer, *planishing*). Dies geschieht durch leichtes Überarbeiten mit polirten Hämmern, deren Bahn eine angemessene Gestalt hat, und zwar, nach Beschaffenheit der Stücke, entweder von außen (Abschlichten) oder von innen (Ausschlichten). Im ersten Falle gebraucht man die mancherlei Fausteisen und den Abschlichthammer, dessen Bahn wegen ihrer sehr geringen Wölbung keine starken Eindrücke macht; im zweiten Falle den Polirstock und den Ausschlichthammer oder einen großen Tellerhammer, wobei ebenfalls, und aus dem angezeigten Grunde, die Hammerbahn weniger konvex ist, als bei dem Treibhammer. Soll beim Schlichten die eine Fläche der Arbeit vorzugsweise vor der andern sehr glatt ausfallen, so bindet man über den Hammer, den Polirstock oder das Fausteisen ein Stück dünnes Leder, Pergament oder steifes Papier: die Seite des Metalles, welche mit dieser weichen Bedeckung in Berührung war, erscheint dann unebener, weil alle Ungleichheiten der Blechdicke dort hervortreten (vgl. S. 360).

Auf Blechplatten oder auf blechernen Gefäßen werden öfters allerlei Verzierungen getrieben, welche in Rippen, Strahlen, Sternen, Blumen, Rosetten, Laubwerk ꝛc. bestehen (z. B. auf Puddingformen u. dgl. zum Küchengebrauch). Man zeichnet den Umriß einer solchen Figur auf der Fläche vor, legt das Gefäß mit der inneren Seite auf das Bördeleisen oder auf das Umschlageisen und schlägt, indem man die Arbeit angemessen bewegt, mit einem Siekenhammer oder Abbindhammer dergestalt darauf, daß allmälig die Hauptlinien der Zeichnung erhaben hervortreten (Abbinden, Abpinnen, Absetzen). Das fernere Austreiben geschieht auf dem Polirstocke oder Treibstocke von innen, mittelst passender Treib-, Teller- und Siekenhämmer. — Eine verwandte Arbeit sind die getriebenen Verzierungen (als: Blätter, Rosetten, Arabesken, Blumen), welche von den Schlossern aus dünnem Eisenbleche verfertigt und auf Thor- und Balkon-Gittern ꝛc. angebracht werden. Die einzelnen Bestandtheile, welche nachher durch Nieten oder Schrauben zusammengesetzt werden, zeichnet man auf Papier; letzteres klebt man auf das Blech, welches sodann mit Meißeln genau nach den Umrissen ausgehauen wird. Das Treiben geschieht, nach den Umständen bald von der vordern bald von der hintern Seite, mittelst verschiedener Hämmer, welche mit flachen oder schneidigen oder abgerundeten Finnen, mit stumpfen Spitzen, mit kugligen Knöpfen, mit kleinen flachen oder konvexen, runden oder viereckigen Bahnen versehen sind. Dabei legt man das Blech theils auf einen bleiernen Klotz, theils auf einen Ambos, welcher dem Siekenstock ähnlich ist (Falzhorn), theils auf kleine, im Schraubstock eingespannte Stöckchen, Treibstöckchen (tasseau, *chasing stake*), welche eine flache, konvexe oder verschiedentlich gekrümmte, auch eingekerbte oder mit Blei übergossene Bahn, oder eine stumpfe Kante, eine abgerundete Spitze ꝛc. haben. Die nöthigen Biegungen gibt man den getriebenen Stücken auf Blei oder auf dem Sperrhorne.

Eine beachtenswerthe Anwendung findet das Treiben zur Herstellung großer Bildwerke (Statuen, Figurengruppen ꝛc.) aus Kupferblech an Stelle des Gießens aus Bronze,

besonders in solchen Fällen, wo ein möglichst geringes Gewicht solcher Bildwerke erwünscht ist, dieselben z. B. zur dekorativen Ausschmückung von Gebäuden verwendet werden sollen (Victoria auf dem Brandenburger Thor in Berlin, Gruppe des Apoll am Berliner Schauspielhaus, Figur des Hermanndenkmals im Teutoburger Walde von 30m Höhe, die Brunonia mit dem Viergespann auf dem Schlosse zu Braunschweig rc.). Das hierbei angewendete Verfahren umfaßt die folgenden Operationen: Herstellung eines Sockels aus eisernen Stäben, der später mit Kupfertafeln umkleidet wird; Aufrichtung eines (etwa die Linien des Knochengerüstes nachahmenden) inneren Gerippes aus starken an den Enden verschraubten Schmiedeisenstäben; hierauf Anfügung eines feineren ebenfalls eisernen Gerippes, welches jedoch an allen den Stellen, wo es mit den später aufzunietenden getriebenen Kupferstücken in Berührung kommt, mit Kupferschienen überkleidet ist; Herrichtung einzelner Kupfertafeln von 2 bis 3mm Dicke und angemessener Größe und Form durch Beschneiden, Biegen und Treiben, entsprechend der Oberflächengestaltung eines als Vorbild benutzten Modelles; sodann Auflegung und Festnietung dieser Tafeln auf das Gerippe unter gehöriger Zusammenpassung und Verhämmerung der Stoßfugen, endlich Glättung und Reinigung der Oberfläche und Einreibung derselben mit Oel. Das benutzte Modell kann in kleineren Dimensionen ausgeführt sein, als das herzustellende Bildwerk, wodurch die Erzeugungskosten sich erheblich mindern. Bildwerke dieser Art haben kaum ¹/₈ vom Gewicht gleich großer aus Bronze gegossener Werke, bei denen es nicht leicht gelingt, die mittlere Wandstärke unter 10mm zu bringen.

XX. **Punzen** (Bunzen, **poinçons**, *punches*)[1].

Man versteht unter diesem Namen kleine stählerne Werkzeuge von der Form eines Stäbchens, deren Ende nach irgend einer dem Zwecke entsprechenden Weise geformt ist; und welche, auf ein Arbeitstück gesetzt, dann mit dem Hammer eingeschlagen, Eindrücke von verschiedener Art hervorbringen. Unentbehrlich sind die Punzen, wenn die zu erzeugenden Eindrücke oder Vertiefungen so fein oder von solcher Gestalt sein müssen, daß sie mittelst anderer Werkzeuge (z. B. Hammer, Grabstichel) nicht oder nicht eben so gut hervorgebracht werden können.

Alle Punzen werden aus Stahl gemacht, gehärtet und bis zur gelben Farbe (an dem Ende, worauf man schlägt, womöglich etwas mehr) nachgelassen. Sie sind gewöhnlich zwischen 50 und 100mm lang, in der Mitte am dicksten und nach beiden Enden hin verjüngt. Diese Gestalt ist besonders bei dünnen Punzen wesentlich, weil sie das Prellen (d. h. die durch etwas schiefe — nicht genau in der Achsenrichtung der Punze wirkende — Schläge entstehende, der haltenden Hand sehr schmerzliche Erschütterung) verhindert.

Man gebraucht die Punzen entweder: um auf dünnem Bleche Eindrücke zu machen, die auf der entgegengesetzten Fläche als Erhabenheiten hervortreten, also zum Treiben (Punziren, Ciseliren, Ziseliren, repousser, ciseler, *chasing);* oder: um kleine Vertiefungen von bestimmter Gestalt auf dickerem Metalle zu bilden, wobei letzteres bloß zusammengedrückt, nicht ausgedehnt, also auf der Gegenseite nicht verändert wird.

a) Treiben mit Punzen. — Es unterscheidet sich vom Treiben mit dem Hammer dadurch, daß durch die Punzen, wegen ihrer Kleinheit, weit schönere und feiner ausgeführte Zeichnungen sich darstellen lassen. Nebst der mechanischen Fertigkeit ist daher dem Ziseleur (ciseleur) auch Geschmack und eine genaue Bekanntschaft mit den Forderungen der Zeichenkunst und Plastik unerläßlich. Vorzüglich sind es die edlen Metalle, auf welchen getriebene Arbeit ausgeführt wird, obwohl sie auch hier, ihrer Kostspieligkeit wegen, jetzt seltener als wohl sonst vorkommt. Die Gestalt des Endes an den Punzen, welches den Eindruck auf das Metall macht, ist sehr verschieden, wonach viele Arten von Punzen entstehen; doch begreift sie jedenfalls nur die einfachsten Elemente einer Zeichnung (wie eine Linie, mehrere Linien oder Punkte, eine kleine Erhabenheit oder Vertiefung rc.), sodaß mit den nämlichen Punzen die mannigfaltigsten zusammengesetzten Darstellungen oder Zeichnungen hervorgebracht werden können, indem man die gehörig ausgewählten Punzen neben einander ein-

[1]) Technolog. Encyklopädie, II. 291; VII. 143.

schlägt, auch wohl nach Erforderniß eine Punze vor jedem neuen Hammerschlage ein wenig auf der Arbeit fortrückt (was man Ziehen nennt).

Arten der Treibpunzen (poinçons à ciseler, ciselets, *chasing chisels*).

1) Ziehpunzen (traçoirs), um die Umrisse einer Zeichnung und überhaupt fortlaufende Linien einzudrücken; das Ende derselben bildet eine, durch zwei zusammenstoßende Facetten erzeugte, ziemlich stumpfwinklige und fein polirte Kante, welche geradlinig oder mondviertelartig gekrümmt ist (traçoirs droits, demi-courbes und courbes).

2) Matte Ziehpunzen (traçoirs mats), in der Gestalt den vorigen ähnlich, nur daß die Facetten und die Kanten matt oder rauh sind.

3) Kupfer-Punzen (bouges, outils à cannelés), mit schmaler, der Breite nach konvex gerundeter, polirter Fläche, zur Bildung rinnenartiger Eindrücke (Kannelirungen). Es gibt auch ähnliche matte Punzen und solche mit drei starken Streifen nach der Länge (bouges à filets).

4) Hachoirs, mit zwei polirten, hohl geschweiften Facetten, welche zu einer stumpfen, konkav bogenförmigen Kante zusammenstoßen.

5) Planoirs, mit ovaler polirter Endfläche, welche entweder flach oder in verschiedenem Grade konvex ist (daher: planoirs plats, méplats, bombés).

6) Mattpunzen (matoirs, *matting tools*), ovale Fläche, die mit kleinen unregelmäßigen Spitzchen oder Rauhigkeiten dicht bedeckt ist, um auf Arbeitstücken ein feines Matt (Staubmatt) hervorzubringen. Sie dienen, um einzelnen Theilen einer Zeichnung ein mattes Ansehen zu geben, oder den Grund, worauf eine glänzende Zeichnung hervorragt, gleichmäßig matt zu machen. Je nachdem die kleine rauhe Fläche ganz eben, wenig oder mehr konvex ist, unterscheidet man matoirs plats, méplats und bombés.

7) Frisoirs (*freezing tools*), mit meist spitzovaler oder rautenförmiger ebener Fläche, auf welcher eine Anzahl dicht neben einander stehender, äußerst kleiner, halbkugelförmiger Grübchen sich befindet. Man benennt diese Werkzeuge nach der Anzahl von Grübchen (grains), welche sie enthalten, und die von 1, 2 oder 3 auf 6, 12, 24, 30, 50 und sogar 100 steigt, ungeachtet die Fläche nicht über 3mm lang und 2mm breit ist. Sie dienen zur Darstellung eines gröberen, aus halbrunden Wärzchen bestehenden Matt.

8) Haarpunzen (matoirs rayés, outils rayés) mit einer fein gestreiften Endfläche, welche länglich viereckig, rund, oval oder herzförmig, eben oder konvex oder zylindrisch ausgehöhlt ist.

9) Pointeaux, mit konvexem, fast halbkugligem, polirten Ende.

10) Perlenpunzen (perloirs), den vorigen entgegengesetzt, indem das Ende eine polirte hohle Fläche von der Gestalt eines Kugelabschnittes darstellt.

11) Rosenpunzen (outils à coeur de rosette), mit konisch ausgehöhlter, polirter Endfläche, deren kreisförmiger Rand 4, 5 oder 6 Kerben enthält, sodaß ebensoviele im Kreise stehende Spitzen oder Ecken vorhanden sind. Sie dienen, um das Herz (den mittleren Theil) einer kleinen Rosette mit einem einzigen Eindrucke zu bilden.

12) Grain-Punzen (grenoirs, égrenoirs), mit gerader oder wenig konvexer, kreisrunder oder ovaler Endfläche, welche mit kleinen halbkugligen Wärzchen oder mit gekreuzten erhabenen Linien dicht bedeckt ist.

13) Outils à écailles, deren Endfläche die Gestalt einer kleinen Schuppe oder eines spitzigen Blumenblättchens hat.

Die hier genannten und manche andere Arten von Punzen, welche der Arbeiter sehr oft nach dem vorfallenden Bedürfnisse sich selbst verfertigen muß, braucht man von verschiedener Größe, daher ein einigermaßen genügendes Sortiment Treibpunzen eine bedeutende Stückzahl enthält.

Das Blech muß beim Treiben auf einem Körper liegen, welcher dem Drucke der Punzen nachgiebt, aber doch hinlängliche Härte und Zähigkeit besitzt, um den Eindruck auf die Stelle zu beschränken, welche die Punze unmittelbar berührt. Weiche Metalle, als Gold, Silber, Tombak, versieht man daher mit einer Unterlage von Treibpech, Treibkitt (ciment), aus zwei Theilen schwarzem Pech, einem Theile feinem Ziegelmehl und etwas Talg, Wachs oder Terpentin zusammengeschmolzen. Um aus einer Blechplatte einen halb erhabenen Gegenstand zu treiben, glüht man jene zuerst, damit sie recht weich und dehnbar wird, entwirft auf der einen Fläche mit einer Stahlspitze die Zeichnung, treibt allenfalls solche Stellen, welche ein sehr hohes Relief erhalten sollen, mittelst Hämmer und Stöckchen (S. 357) aus dem Rohen hervor, bedeckt die Rückseite mit dem durch Wärme erweichten Treibkitte und befestigt

mittelst desselben das Blech auf der Treibkugel (boulet, *pitch-block*). Letztere i eine halbe eiserne oder steinerne Kugel von etwa 150 bis 220mm Durchmesser, weld mit ihrem runden Theile während der Arbeit auf ein kranzförmig zusammengerollt Tuch oder in einen eisernen Ring gelegt wird, sodaß sie sich leicht nach Bedürfni wenden und drehen läßt. Auf der nach oben gekehrten flachen Seite der Kugel wir ein mittelst der Wärme weich gemachter Klumpen Treibkitt angebracht, auf welche man das ebenfalls mit Kitt versehene Blech durch Andrücken befestigt (mettre e ciment). Oft versieht man die Kugel mit einer Öffnung, in welcher erst durd Schrauben ein hölzerner Kittstock (mandrin) befestigt wird; auf letzterem bring man den Kitt und die Arbeit an. Man hat dann verschiedene Kittstöcke für größer und kleinere Arbeit. Wenn das Treiben nicht von einer Seite aus vollendet werder kann, so nimmt man das Blech ab, legt es umgekehrt auf den Kitt und hilft durc Treiben von der entgegengesetzten Seite nach.

Das Verfahren beim Treiben selbst, insofern es den Gebrauch der Punzen im Einzelnen betrifft, ist nicht wohl zu einer kurzen allgemeinen Beschreibung geeignet. Die fertige Arbeit wird von dem anhängenden Kitte befreit, indem man sie mit Talg bestreicht und dieses am Feuer abschmelzen läßt. — Gefäße, auf welchen Verzierungen getrieben werden sollen, werden mit dem geschmolzenen Kitte vollgegossen; daß man hier nur von der Außenseite treiben kann, versteht sich von selbst. Kleine hohle Gegenstände, deren Höhlung an allen Seiten geschlossen ist, oder in eine enge Oeffnung ausgeht (wie z. B. Petschafte, Siegelringe ꝛc.) stopft man mit dem an der Lichtflamme erweichten Kitte aus, welcher nach Vollendung der Arbeit darin gelassen wird.

Gegenstände, welche durch die beim Treiben stattfindende Ausdehnung des Metalles hart werden, glüht man von Zeit zu Zeit aus, damit sie nicht zuletzt von der angewendeten Gewalt Risse oder Sprünge bekommen. Dieser Fall ist der nämliche, welcher schon S. 139 besprochen wurde.

Erwähnung verdienen noch die getriebenen Arbeiten, welche zuweilen von Schlossern, freilich oft sehr roh, aus Eisenblech gemacht werden. Man nimmt dazu theils Schwarzblech (wie zu Laubwerk u. dgl., welches auf zierlichen Gittern angebracht wird), theils verzinntes Blech (woraus man z. B. Sargschilder verfertigt). Beide treibt man, ihrer Härte wegen, nicht auf Pech, sondern auf Blei. Das Blech wird nach einer gemachten Vorzeichnung oder nach einer blechernen Lehre mit Meißeln, deren Schneide theils gerade, theils verschiedentlich gekrümmt ist, ausgehauen, auf einem Bleiklotze mit Nägeln befestigt und mit großen, verschiedenartig gestalteten Punzen ausgearbeitet. Das Blei gießt man wohl auch in eine runde eiserne Pfanne, die in einem eisernen gabelförmigen Fuße hängt und darin sowohl beliebig schräg gestellt, als durch Druckschrauben befestigt werden kann. Oefters ist es zweckmäßig, das Blech mittelst Stöckchen (S. 363) vorzutreiben, worauf man die hohle Fläche mit Thon einfaßt und mit Blei übergießt. Sehr dünne Bleche können zu zwei oder drei auf einander liegend getrieben werden.

b) Anwendung der Punzen auf dickem Metalle. — Es ist bereits gesagt worden, daß in diesem Falle die mit den Punzen gemachten Eindrücke keine Spuren auf der entgegengesetzten Seite des Arbeitstückes hervorbringen. Bei Gold- und Silberarbeiten geschieht es ziemlich oft, daß Verzierungen auf diese Weise durch Punzen hervorgebracht oder wenigstens feiner ausgebildet werden: man nennt dieses Verfahren ebenfalls Ziseliren, und wendet dazu die schon beschriebenen Arten von Punzen an.

Hierher gehört ferner der Gebrauch, welcher von Punzen sehr häufig beim Graviren von Siegeln, Münz-Prägstempeln u. dgl., sowie bei der Verfertigung von Aufschriften auf Metall und bei anderen ähnlichen Gelegenheiten gemacht wird. Die Ausarbeitung von Vertiefungen auf Siegeln, Prägstempeln ꝛc. wird durch Anwendung von Punzen oft außerordentlich erleichtert, und diese Werkzeuge sind in gewissen Fällen geradezu unentbehrlich. Die Punzen des Graveurs unterscheiden sich von jenen des Goldarbeiters dadurch, daß sie nicht bloß einfache Elemente einer Zeichnung enthalten, sondern ganze Bestandtheile derselben, die von höchst mannigfaltiger Art sein können.

Indem man solche Theile mittelst Punzen einschlägt, erspart man nicht nur die Mühe, sie mittelst des Grabstichels auszuarbeiten, sondern erreicht meist selbst eine Voll-

kommenheit, die beim Graviren kaum oder gar nicht möglich sein würde. Namentlich haben die Punzen in dieser letzten Hinsicht bei weitem den Vorzug, wo es darauf ankommt, mehrere kleine Vertiefungen von vollkommenster Gleichheit hervorzubringen, oder solche, deren Grund ganz eben und glatt ausfallen muß. In Petschaften und Münzstempeln werden die Buchstaben und Zahlen, ferner Kronen, Helme, Sterne, Kreuze, Röschen, Theile von Ordensketten, Thierfiguren oder deren Bestandtheile und zahllose ähnliche Gegenstände so viel nur möglich mittelst Punzen eingeschlagen, wobei, wie sich von selbst versteht, die Zeichnung der Punzen verkehrt stehen muß, verglichen mit jener Stellung, welche der damit gemachte Eindruck erhalten soll.

Aufschriften und Zahlen auf metallenen Gegenständen werden oft mit Punzen eingeschlagen (Buchstaben-Punzen, lettres, *letter punches;* Zahlen-Punzen, chiffres, *figure punches*); und dieses Verfahren hat den Vorzug vor dem Graviren, wenn (wie bei der großen römischen Schrift) die Buchstaben eine eckige, mit dem Grabstichel nicht leicht in vollkommener Schönheit hervorzubringende Gestalt besitzen und viele breite Striche enthalten. Eingeschlagene Schrift hat vor gestochener auch das voraus, daß die einzelnen Buchstaben gleicher Art die genaueste Übereinstimmung in der Form darbieten. Dagegen muß man, wegen Unanwendbarkeit der Punzen, zum Graviren seine Zuflucht nehmen, wenn der mit Schrift zu bezeichnende Gegenstand zu zart ist, um das Einschlagen zu gestatten, oder wenn (wie bei schöner Schreibschrift) die Buchstaben hauptsächlich dünne, geschwungene Striche enthalten und unter einander zusammenhängen. Übrigens bedarf es kaum der Erinnerung, daß die Buchstaben und Zahlen auf den Punzen verkehrt stehen müssen, wenn die eingeschlagene Schrift unmittelbar gelesen werden soll, oder die gemachten Eindrücke als Form zur Herstellung einer verkehrt stehenden Kopie dienen (wie bei den Patrizen der Schriftgießer, S. 124, der Fall ist); dagegen recht, wenn die geschlagenen Vertiefungen direkt zum leserlichen Abdrucke bestimmt sind (wie auf Siegeln, Prägstempeln, Musiknoten-Platten ꝛc.). — Auf grob getheilten eisernen und messingenen, auch hölzernen, Maßstäben werden die Theilstriche (nicht mit einer Stahlnadel ꝛc. eingerissen, sondern) mittelst eines kleinen Meißels eingeschlagen, der hier als Punze wirkt und als solche zu betrachten ist; ja man erleichtert sich die Arbeit noch mehr und erspart namentlich das vorausgehende Eintheilen, indem man sich eines Stempels oder einer Punze bedient, welche schneidige Kanten für mehrere Theilstriche enthält und Schritt für Schritt weitergesetzt wird.

Die ganze zusammengehörige Reihe (der Satz, jeu) von Zahlenpunzen besteht nur aus neun Stück, weil 6 und 9 mit derselben Punze eingeschlagen werden.

Die Verfertigung aller Arten von Punzen geschieht (sofern ihre Gestalt nicht so einfach ist, daß die Ausbildung bloß mittelst der Feile möglich wird) theils durch Graviren mit dem Grabstichel, theils mittelst Kontre-Punzen, theils durch Senken. Man bereitet ein gehörig zugefeiltes Stahlstäbchen, entwirft nöthigen Falls auf dessen fein und eben abgeschliffener Endfläche mit einer stählernen Spitze eine Vorzeichnung und arbeitet diese mittelst verschiedener Grabstichel, am Umrisse zum Theil mit Hülfe feiner Feilen, so aus, daß sie erhaben steht. Vertiefungen, welche von der Art sind, daß man sie mittelst des Stichels nicht leicht oder schön genug erzeugen kann, schlägt man mittelst einzelner Punzen: Gegen-Punzen, Kontre-Punzen, contre-poinçons, *counter-punches*, ein. So z. B. wird beim Graviren einer Punze für den Buchstab O die ovale innere Vertiefung mittelst einer Punze gebildet; ähnliche Fälle kommen bei vielen anderen Buchstaben, wie A, B, C, D, e, g, u. s. w., wie auch bei Punzen, welche keine Buchstabenpunzen sind, vor[1]). — Das Senken der Punzen wird angewendet, wenn deren mehrere von einerlei Gestalt herzustellen sind. In diesem Falle gravirt man nur ein einziges Exemplar, härtet dasselbe, schlägt es in einem würfelförmigen stählernen Senkklotz ein, härtet auch diesen und bildet mittelst desselben die übrigen Exemplare der Punze dadurch, daß man die stählernen Stäbchen auf den Eindruck des Senkklotzes setzt und durch Hammerschläge hineintreibt. Man pflegt auch Punzen in den Senkklotz bloß deshalb einzuschlagen, damit man sie sogleich wieder ersetzen kann, wenn sie beim Gebrauche zerspringen oder sonst zu Grunde gehen. Die Mattpunzen empfangen ihre äußerst feinzackige Beschaffenheit durch Aufschlagen auf eine feine Schlichtfeile.

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XVI. Artikel: Stempelschneidekunst, Schriftstempelschneidekunst.

XXI. Stanzen und Stempel[1]).

Bereits sind mehrere Mittel zur Verfertigung hohler oder vertiefter Gegenstände aus Blech vorgekommen: das Drücken auf der Drehbank (S. 304), das Treiben mittelst des Hammers (S. 358) und mittelst Punzen (S. 364), welche sämmtlich das Gemeinschaftliche haben, daß das verarbeitete Blech nach und nach an verschiedenen Stellen von der Wirkung des Werkzeuges ergriffen wird, und in jedem Augenblicke nur ein kleiner Theil der Oberfläche dieser Wirkung ausgesetzt ist. Hohle oder mit erhabenen Verzierungen versehene Gegenstände können aber auch dadurch erzeugt werden, daß man eine Blechplatte auf ihrer ganzen Fläche zugleich in ein mit entsprechenden Vertiefungen versehenes Metallstück hineintreibt. Ein solches Werkzeug wird gewöhnlich eine Stanze oder Stampfe (estampe, étampe, *stamp, die*), auch wohl Matrize (matrice, *matrice*) genannt; die nahe Verwandtschaft desselben mit den Gesenken (S. 184) ist augenfällig. Eine Stanze besteht in der Regel aus einem prismatischen oder zylindrischen Stücke Eisen, welches auf seiner oberen flachen Seite mit aufgeschweißtem und gehärteten Stahle so dick belegt ist, daß die hier eingegrabene Vertiefung das Eisen nicht erreicht. Eine ganz eiserne Stange würde in den meisten Fällen zu weich, eine ganz stählerne zu spröde, daher dem Zerspringen beim Gebrauche zu sehr ausgesetzt (oft auch zu kostspielig) sein. Doch macht man namentlich kleine Stanzen öfters ganz aus Stahl; sowie man dagegen zur Bearbeitung sehr weicher und sehr dünner Bleche, oder wenn verstählte Stanzen der Größe wegen zu theuer sein würden, auch mit Stanzen aus Gußeisen, geschmiedetem Eisen, Messing, Bronze, Kupfer, Zinn oder Blei, zuweilen sogar von Holz, sich begnügt.

Ein sehr geeignetes Material zu Stanzen für Goldarbeiter 2c. ist Kanonenmetall (S. 53), oder eine Mischung aus 5 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn. Große Stanzen ganz hieraus zu verfertigen, ist jedoch nicht räthlich, weil sie unter den zum Ausprägen erforderlichen heftigen Stößen nach und nach sich zusammenstauchen: daher verdient der Vorschlag Beachtung, nichts weiter als eine Schale von etwa 20mm Dicke aus Kanonenmetall durch Guß nach einem Gypsmodelle herzustellen, deren Vertiefung durch Ausschleifen, Graviren 2c. gehörig zu vollenden, dann auf ihre Außenseite einen Block Gußeisen aufzugießen, welcher dem Ganzen den nöthigen Körper und die erforderliche Widerstandsfähigkeit verleiht. Wenn man das Eisen nicht zu heiß aufgießt, kommt von dem Kanonenmetalle nur die äußerste Lage zum Schmelzen; falls in Folge des Schwindens die beiden Metalle nicht ganz fest an einander hängen, so tritt dieser Zusammenhang beim Gebrauche sehr bald ein. — Stanzen aus Zink (direkt über ein Reliefmodell des Gegenstandes gegossen) finden Anwendung zum Prägen von Ornamenten aus Zinkblech.

An Größe sind die Stanzen außerordentlich verschieden, indem die Mannigfaltigkeit der mittelst solcher Werkzeuge darzustellenden Arbeiten ungeheuer groß ist. Es gibt, zum Pressen kleiner Bestandtheile von Schmuckwaren 2c., Stanzen, deren Fläche nur einige Quadrat-Centimeter mißt, und andere, durch alle Abstufungen, bis zu einer Größe von 300mm und mehr im Durchmesser, womit schalenartige Gefäße und ähnliche Stücke verfertigt werden. Es ist von selbst klar, daß weder ungewöhnlich tiefe, noch bauchige Formen aus flachen Platten in Stanzen erzeugt werden können, weil erstere die nöthige Ausdehnung des Bleches nicht ertragen würden, ohne durchzureißen, und weil letztere nach ihrer Vollendung sich nicht unbeschädigt aus der Höhlung der Stanze losmachen ließen. In dieser eben angeführten Beziehung ist es selbst ein wichtiges Erforderniß, daß auch nicht der kleinste Theil der Vertiefung einer Stanze nach innen oder unten zu sich erweitere (unterschnitten sei, nach dem Kunstausdrucke). Gegenstände, welche sich nicht als Ganzes in einer Stanze verfertigen lassen, preßt man in zwei oder mehreren Theilen, die nachher zusammengelöthet werden.

Das Pressen oder Prägen in Stanzen (das Stampfen, Stanzen, estamper, estampage, *stamping*) kann auf zweierlei Weise geschehen: 1) so, daß die verkehrte Seite des Bleches, entsprechend der Vertiefung der Stanze, hohl wird; 2) so, daß die Rückseite flach oder gar ebenfalls erhaben erscheint. Der erstere Fall ist weit häufiger als der zweite; jener findet seine Anwendung jedes Mal, wenn die

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II. Artikel: Blecharbeiten, S. 295.

Tiefe der Stanze einigermaßen bedeutend ist; denn falls auch die Höhlung der Rückseite für den Gebrauch des gepreßten Gegenstandes nicht wesentlich erfordert wird, sind doch die Erleichterung der Arbeit und die Ersparung an Material sehr der Berücksichtigung werth. Beim Hohlpressen findet natürlich eine Ausdehnung des Bleches Statt, analog jener beim Treiben mit dem Hammer oder mit Punzen. Es ist dann ein Körper nöthig, welcher das Blech in die Vertiefung der Stanze hineindrückt, indem er selbst schon vorher die Gestalt dieser Vertiefung hat, oder doch weich genug ist, um sie während des Pressens anzunehmen. Das Werkzeug, welches so gestaltet ist, daß es für alle vertieften Stellen der Stanze gleichgeformte und entsprechende Erhabenheiten enthält, wird Stempel, Gegenstempel, Oberstempel (insofern er beim Gebrauche sich über der Stanze befindet) genannt. Man gebraucht indessen den Namen Stempel zuweilen auch für solche Werkzeuge, welche gleich den Stanzen vertieft sind; z. B. die Prägstempel (coins, matrices, carrés, *coins)*, zur Verfertigung der Münzen.

Das genaue Ineinanderpassen einer Stanze und des dazu gehörigen Stempels kann in verhältnißmäßig wenigen Fällen durch Ausarbeitung des Stempels mittelst der Feile, des Grabstichels oder auf der Drehbank erreicht werden; nämlich dann, wenn die Gestalt der Vertiefung in der Stanze sehr einfach ist: alsdann geht es an, beide Theile aus Stahl zu machen und zu härten (mit Nachlassen zur gelben Farbe). In allen übrigen Fällen muß der Stempel mittelst der Stanze selbst, oder diese mittelst jenes, gebildet (wenigstens vollendet) werden, in welcher Voraussetzung man genöthigt ist, eins von beiden aus weicherem Materiale anzufertigen. Gewöhnlich wird die Stanze gravirt und in die Vertiefung derselben das weichere Metall, woraus der Stempel bestehen soll, eingegossen, eingedrückt oder eingeschlagen. So macht man zu verstählten oder ganz eisernen Stanzen kupferne, zu kupfernen, messingenen und zinkenen Stanzen zinnerne oder bleierne Stempel. Oefters aber zieht man es vor, den Stempel erhaben zu graviren und damit die Stanze zu verfertigen, ein Verfahren, welches sich besonders für hohe Reliefs empfiehlt, welche meist leichter erhaben als vertieft zu graviren sind. Nach dieser Weise werden z. B. über messingene Stempel zinnerne, auch bleierne Stanzen gegossen, oder gehärtete stählerne Stempel in weichem Stahle (welcher dann, nöthigen Falls gehörig nachgravirt, die Stanze bildet) vertieft abgedruckt.

Wenn Blech in Stanzen voll geprägt wird (d. h. ohne Vertiefung auf der Rückseite), so entsteht die Erhabenheit durch eine Zusammendrückung und theilweise Verschiebung des Metalles an den übrigen Stellen, welche so weit gehen muß, daß die gar nicht oder minder zusammengedrückten Theile, nebst den aus ihrer Stelle weggequetschten, die Vertiefungen der Stanze ausfüllen. Es ist offenbar, daß, da die Zusammendrückung nur einen mäßigen Theil der ursprünglichen Blechdicke betragen kann, andererseits auch die Verschiebbarkeit der Theilchen in einer festen Metallmasse ziemlich enge Grenzen hat, diese Methode nicht geeignet ist, hohe Reliefs auf flachen Platten zu erzeugen. Wo dergleichen dennoch entstehen sollen (wie z. B. beim Prägen von Medaillen), findet man oft ein Hülfsmittel darin, daß man vorläufig die Metallfläche mit dem Hammer angemessen bearbeitet (Vorschlagen), um sie an den höchsten Punkten des Reliefs aufzustauchen und eine Erhöhung zu bilden, welche dann durch das Prägen nur vollendet wird. Auch der Fall kommt vor, daß im Relief gegossene Metallstücke durch Pressen mittelst Stanzen ausgebildet werden. — Wenn beim Pressen von Blech die Rückseite glatt bleiben muß, so bedeckt man dieselbe mit einer flachen und starken Eisen- oder Stahlplatte, auf welche sodann der nöthige Druck ausgeübt wird. Deckel, Böden und Zargen zu goldenen Dosen werden zuweilen auf diese Weise in fein gravirten oder guillochirten Stanzen verfertigt. Kleine erhabene Verzierungen können durch das umgekehrte Verfahren hervorgebracht werden, indem man das Blech auf eine harte Unterlage legt, einen vertieft gravirten Stempel aufsetzt und auf letzteren mit dem Hammer schlägt. Endlich können auch Platten oder andere Metallstücke auf beiden Flächen zugleich mit Erhabenheiten versehen werden, wenn man sie nämlich zwischen zwei vertieften Stempeln dem nöthigen Drucke aussetzt, wie dies z. B. beim Münzprägen der Fall ist. — Zuweilen werden durchbrochene Gegenstände hergestellt, indem man sie in einer Stanze erhaben ausprägt und dann die flache Rückseite abfeilt, bis nur die gitterartig zusammenhängenden Relief-Verzierungen der Vorderseite noch übrig sind.

Vier Mittel sind es, durch welche man beim Pressen oder Prägen mit Stanzen und Stempeln die zur Formung des Metalles nöthige Kraft ausübt: Hammerschläge aus freier Hand, das Fallwerk, der Prägstock, oder eine durch Druck wirkende Presse.

a) Der Handhammer kann nur bei dünnem Bleche und bei kleinen Stanzen von geringer Tiefe angewendet werden. So z. B. werden mittelst einer Stanze halbkuglige Erhöhungen (Buckel) auf Blech geschlagen oder runde Plättchen schalenförmig aufgetieft. Diese Stanze besteht aus Eisen oder Messing und hat die Gestalt einer dicken, etwa 50 bis 80 mm im Quadrate großen Platte, auf deren Fläche sich kleinere und größere, halbkuglige oder auch flachere, Vertiefungen befinden. Manchmal ist es ein Würfel, der auf mehreren seiner Flächen solche Vertiefungen enthält. Man nennt dieses Werkzeug die Anke (dé à emboutir). Dazu gehören eben so viele eiserne Stempel (Buckeleisen, Vertiefstempel, bouterolles), als Löcher in der Anke sich befinden, und jeder Stempel muß (bei einer Länge von 80 bis 100 mm) an seinem abgerundeten Ende mit einem kleinen Spielraume in das Loch der Anke, für welches er bestimmt ist, passen. — Um kleine vertiefte Gegenstände aus sehr dünnem und weichem Bleche zu pressen (z. B. leichte silberne Tabakpfeifen-Beschläge u. dgl.) können Stempel und Stanzen aus hartem Holze angewendet werden, wobei man sich ebenfalls des Hammers bedient. Das nämliche Mittel ist zweckmäßig zum Biegen und Auftiefen solcher Plättchen, welche eine verzierte Oberfläche besitzen und durch metallene Werkzeuge beschädigt werden könnten.

Ist die auf einer Stanze befindliche Zeichnung fein und seicht, so erspart man sich oft die vorausgehende Herstellung eines Stempels dadurch, daß man die zu pressende dünne Blechplatte auf die Stanze legt, erst mit einer Bleiplatte, darüber mit einer Eisenplatte bedeckt und letztere überhämmert. Es bildet sich auf diese Weise während der Arbeit selbst eine Art von Stempel aus dem Blei. Umgekehrt kann man einen stählernen Stempel anwenden und dem Bleche einen Bleiklotz als Unterlage geben, welcher letztere sich dann von selbst zu einem Stellvertreter der Stanze ausbildet. — Wird sehr dünnes Blech in etwas tiefen Stanzen gepreßt, so zieht dasselbe leicht Falten, wenn man nicht die Vorsicht braucht, es vorher schon dem Stempel einigermaßen anzupassen. So werden aus dem dünnsten Silber-, Messing- und plattirten Kupferbleche mancherlei Verzierungen auf Kutschen, Pferdegeschirr, plattirte Geräthe &c. verfertigt, indem man das Blech mittelst eines mit Tuchleisten mehrfach umwickelten hölzernen Hammers über den messingenen Stempel klopft, letzteren dann in eine zinnerne Stanze setzt und darin durch Hammerschläge die Ausbildung des Gegenstandes vollendet.

Stempel, welche mit dem Hammer in ihre Stanzen eingeschlagen werden, bringt man öfters, zur Erleichterung der Arbeit, in einem sogenannten Schlagwerke (machine à gouttine, *swage tool*)[1] an. Dieses besteht aus einem einfachen eisernen Gestelle, welches auf einem hölzernen Klotze feststeht oder (falls es ganz klein ist) im Schraubstocke eingespannt wird; ein darin auf und nieder beweglicher senkrechter Eisenstab trägt am unteren Ende den Stempel und empfängt oben die Hammerschläge. Der Unterstempel oder die Stanze ist dergestalt freistehend angebracht, daß man das Arbeitstück, auf welchem mehrere Eindrücke neben einander gemacht werden sollen, darüber wegziehen, oder — falls es ringförmig, gefäßartig ist — darauf herumdrehen kann.

Die Stempel (*creases*) zu solchen Schlagwerken hat man in großer Verschiedenheit paarweise (je einen Unterstempel mit dem dazu gehörigen Oberstempel übereinstimmend) vorräthig, um sie nach Bedarf einzusetzen. Mittelst derselben werden Blechstreifen, Ringe, Gefäßränder &c. beliebig gereift, Perlen, Arabesken, Rippen oder Knorren u. dgl. auf Gefäße, Leuchterfüße und ähnliche Gegenstände geschlagen, welche letzteren selbst entweder in schlichten Stanzen aus Blechscheiben gepreßt, oder auf der Drehbank gedrückt, oder durch Biegen und Zusammenlöthen hergestellt sind. Oefters ist das Schlagwerk aus zwei durch ein Scharnier verbundenen eisernen Armen zusammengesetzt, von denen der obere, mit dem daran befindlichen Oberstempel, aufgehoben und niedergelassen werden kann, wogegen der untere, an welchem der Unterstempel sich befindet, unbeweglich bleibt. Man schlägt dann entweder mit dem Hammer auf den Oberstempel[2]), oder gebraucht diesen selbst direkt als

[1]) Technolog. Encyklopädie, II. 300, 308; IV. 245. — Polyt. Mittheilungen, III. 53. — Polyt. Centr. 1847, S. 479.

[2]) Technolog. Encyklopädie, II. 300.

Hammer[1]). Die **Ringkluppe**[2]) der Goldarbeiter ist von ersterer Art und dient dazu, Ringe, welche aus einem flachen Blechstreifen gebogen und gelöthet sind, **aufzubuckeln**, d. h. der Breite nach von innen rinnenförmig aufzutiefen.

b) Das zweite Mittel zum Pressen in Stanzen, nämlich das **Fallwerk** (mouton, *stamp*), ist eine Maschine, bei welcher der Fall eines schweren, auf angemessene Höhe gehobenen Eisenkörpers dieselbe Wirkung hervorbringt, wie in den bisher betrachteten Fällen die Schläge eines Handhammers. Größere Arbeiten, bei welchen der letztere nicht kräftig genug wirkt, werden meistentheils im Fallwerke verfertigt; doch wird dieses auch manchmal in ziemlich kleinem Maßstabe ausgeführt. Bei großen Fallwerken, welche in der Bauart den bekannten Pfahlrammen sehr ähnlich sind, ist der fallende Körper (**Hammer**, *hammer*) ein gußeiserner Kloß von 10 bis 100 kg Gewicht, der durch Ziehen an einem Seile 0,5 bis 2 m hoch gehoben wird und zwischen zwei senkrechten Eisenstäben sich bewegt. Auf seiner unteren Fläche trägt der Hammer den — gewöhnlich kupfernen, manchmal aus einer Mischung von Zinn und Blei bestehenden, öfters dagegen stählernen, nur mit Kupfer belegten — Stempel (**Pfaff**); die Stanze ist auf einer unerschütterlichen Unterlage (einem tief in die Erde eingerammten, mit einer dicken Gußeisenplatte oben bedeckten, hölzernen Kloße oder einem von steinernem Fundamente getragenen Ambosse) angebracht und durch Stellschrauben befestigt.

Immer muß, wegen der heftigen Erschütterung beim Fallen des Hammers, das Fallwerk im Erdgeschosse auf nicht unterhöhltem Boden, oder im Keller angebracht sein. Die Hebung des Hammers geschieht, sofern derselbe nicht mehr als etwa 25 kg wiegt und keine sehr beträchtliche Hubhöhe erfordert wird, durch einen Mann: entweder indem das oben am Hammer befestigte Seil in der Höhe über eine große Rolle gelegt ist und am herabhängenden Ende einen Steigbügel für den Fuß oder einen Griff für die Hände trägt[3]), oder mittelst eines ungleicharmigen Hebels, an welchem das hinaufgehende Seil befestigt ist und der getreten wird[4]). Bei größerem Gewichte des Hammers läßt man zwei Männer ziehen oder bedient sich zum Erheben des Hammers einer Winde, worauf in der erforderlichen Höhe durch einen Drücker oder dergl. der Hammer vom Seile abgelöst und dem Falle überlassen wird[5]); ist die Hubhöhe gering, so kann die Hebung durch ein Exzenter an stetig umlaufender Welle geschehen[6]). Vortheilhaft für nicht zu schwere Hämmer sind Fallwerke mit Riemenbetrieb, wobei mittelst Friktionsscheibe die Hebung des an einem Leder- oder Metallriemen hängenden Hammers geschieht und der Hub nach Belieben so zu verändern ist, daß der Hammer mehr oder weniger hoch aufgeht, auch die Schläge schneller oder langsamer einander folgen[7]). Wesentlich ist beim Stampfen verzierter Sachen von geringer Tiefe, daß nach jedem Schlage der durch den Rückstoß etwas in die Höhe springende Hammer in der Luft aufgefangen und verhindert wird, zum zweiten Male zu fallen, weil er sonst gewöhnlich einen doppelten Abdruck der Stanze auf dem (ebenfalls durch den Rückstoß etwas verschobenen) Bleche erzeugt. Dieses Auffangen bewirkt der Arbeiter, sofern der Hammer durch Ziehen mit Hand oder Fuß gehoben wird, durch rechtzeitige Anspannung des Seiles; bei großen Fallwerken wird dazu ein selbstthätiger Apparat angebracht[8]). — Die Entstehung von Falten am Rande des Bleches, bei ziemlich flachen Artikeln unerheblich und unschädlich (da hier die Falten nur den ohnehin später wegzuschneidenden Theil treffen), kann sehr nachtheilig werden bei tiefen Sachen, namentlich Gefäßen, ist aber hier

---

[1]) Polyt. Centr. 1864, S. 588.
[2]) Technolog. Encyklopädie, VII. 143.
[3]) Technolog. Encyklopädie, II. 301. — Polyt. Journ., Bd. 90, S. 8. — Polyt. Centr., III. (1844), S. 146.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 69, S. 33.
[5]) Brevets LXIV. 300.
[6]) Armengaud. XI. 66. — Brevets 1844, T. 28, p. 233. — Génie ind., XII. 288. — Polyt. Journ., Bd. 144, S. 7. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 114; T. 33, p. 139.
[7]) Génie ind., T. 20. p. 233. — Jobard, Bulletin, T. 38, p. 289. — Polyt. Journ., Bd. 147, S. 255; Bd. 160, S. 5.
[8]) Polyt. Journ., Bd. 51, S. 368. — Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, 2. Aufl., Bd. II. Prag 1856, S. 876.

dadurch zu verhindern, daß man den Blechrand durch einen von der Maschine selbst herabgedrückten Ring auf der Stanze einklemmt und festhält. — Zur völligen Ausbildung eines Arbeitstückes sind, wenn die Stanze etwas tief ist, oft 3, 4 bis 10 und selbst noch mehr Schläge erforderlich; und wenn unter der Arbeit das Blech so steif und hart wird, daß man ein Reißen desselben befürchten muß, so wird es ausgeglüht, bevor man die Bearbeitung weiter treibt. Trotzdem würde in Stanzen, welche ziemlich scharfrandige Hervorragungen enthalten, die Entstehung von Rissen unvermeidlich sein, wenn man sich nicht des Kunstgriffes bediente, viele (öfters 2 bis 3 Dutzend) Blechscheiben über einander auf die Stanze zu legen und einen Oberstempel anzuwenden, dessen Erhöhungen und Vertiefungen viel flacher (seichter) sind, als die Uebereinstimmung mit der Stanze erfordern würde [1]). Unter diesen Umständen prägt sich das unterste Blech vollkommen nach der Gestalt der Stanze aus; jedes folgende desto unvollkommener, je weiter oben in der Reihe es seinen Platz hat; das oberste am unvollkommensten, weil es nur die Eindrücke des Oberstempels empfängt. Wird nun nach jedem Schlage des Fallwerkes das unterste Blech herausgenommen und dafür ganz oben ein neues (noch ganz flaches) zugelegt, so rückt jedes Stück nach und nach bis zur unmittelbaren Berührung mit der Stanze vor und durchläuft dabei alle Stufen der Ausbildung, indem es den unbedeutenden Sprung von einer Stufe zur nächstfolgenden ohne Gefahr einer Beschädigung erträgt. Mithin wird auf jeden Schlag ein Stück fertig, obschon jedes Stück so viel Schläge empfängt, als Bleche auf einander liegen. Schließlich wird dann jedes Stück einzeln zwischen der Stanze und einem genau zu derselben passenden zweiten Stempel geprägt, um die Ausbildung mit größter Schärfe zu vollenden.

Arbeitstücke von einer an sich oder wenigstens im Verhältniß zum Durchmesser sehr beträchtlichen Tiefe (wie Schalen und andere Gefäße, Fingerhüte ꝛc.) werden in fünf, sechs oder noch mehr auf einander folgenden Stanzen bearbeitet, von welchen jede später angewendete tiefer ist, als die vorhergehende; zuweilen wiederholt man die Bearbeitung einige Mal in derselben Stanze mit verschiedenen Stempeln, von welchen jeder folgende tiefer eindringt, als sein Vorgänger. Gegenstände solcher Art können mit einer einzigen Stanze oder Matrize und einem einzigen Gegenstempel gefertigt werden, wenn man jene am Hammer, den Stempel unten anbringt, und letzterer vermittelst einer maschinellen Vorrichtung nach jedem Schlage ein wenig höher aus der ihn anfangs fast ganz umschließenden Büchse hervorgehoben wird in dem Maße, wie das Blech sich über ihn herunterzieht. Hierbei wirkt zuerst die Stanze nur auf den Rand der Blechscheibe und erst später kommt nach und nach die Tiefe der Stanzenhöhlung zum Angriff [2]). — Beim Stanzen tiefer Hohlkörper mittelst mehrerer Stempel ist es von wesentlichem Nutzen, wenn — zufolge der Beschaffenheit des Arbeitstückes — der Stanze eine solche Einrichtung gegeben werden kann, daß das stufenweise tiefere Hineintreten nicht durch Streckung (folglich Verdünnung) des Bleches erzielt wird, sondern ein Nachziehen desselben Statt findet. Um sich von diesem Vorgange einen deutlichen Begriff zu machen, stelle man sich eine zylindrische oder wenig konische (nach innen etwas enger zusammenlaufende) Vertiefung vor, welche an ihrer Mündung trichterartig erweitert ist. In diese Erweiterung sei das Blech bereits durch die vorausgegangenen Stempel hineingeschlagen. Folgt nun aber ein Stempel, welcher derartig schlank gestaltet ist, daß er nebst dem ihn umgebenden Bleche in den engeren Theil der Stanzenhöhlung einzutreten vermag, von der Wand der oben befindlichen Erweiterung aber etwas entfernt bleibt, so muß er auf ähnliche Weise wirken, wie der Finger thun würde, wenn man ihn auf ein Stück dünnes geschmeidiges Leder setzte und dieses damit durch einen Ring schöbe; d. h. das Blech wird nachgezogen und nimmt die vertiefte Gestalt an, ohne eine erhebliche Verminderung seiner Dicke zu erleiden. Nur darf der Uebergang von der weiten und wenig vertieften Gestalt zu der engeren und tieferen nicht einen zu großen Sprung darbieten, weil sonst Falten entstehen; zu dem Nachrücken des Bleches muß dieses den nöthigen Stoff darbieten, weshalb z. B. um ein 150 mm weites und 100 mm tiefes Gefäß zu erzeugen eine Blechscheibe von 225 mm Durchmesser angewendet wird, während eine Scheibe von 170 mm genügt, wenn man die Tiefe durch Dehnung (folglich Verdünnung) herauszubringen beabsichtigt [3]). Gelegentlich kann der Uebergang von der weiten Gestalt zu der mehr vertieften und engeren dadurch erleichtert werden, daß man das Gefäß nach einigem Auftiefen in der Stanze auf einen

[1]) Holtzapffel, I. 409.
[2]) Polyt. Centr. 1858, S. 439. — Polyt. Journ., Bd. 148, S. 404.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 104, S. 83. — Deutsche Gewerbe-Zeitung 1848, S. 87. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 27, S. 28.

Kern oder ein Futter von Gußeisen steckt und in der Drehbank mittelst des Drückstahles durch Aufziehen (S. 330) weiter ausbildet, dann aber mit dem Pressen in geeigneten Stanzen fortfährt.

Kleine Fallwerke versieht man statt des Hammers mit einer etwas schweren, senkrechten, vierseitig prismatischen Eisenstange von 0,6 bis 1,0 m Länge, welche in klammerförmigen Leitungen auf- und niedergeht, übrigens ebenfalls durch Anziehen einer Schnur gehoben wird. Der Unterstempel oder die Stanze ist dabei oft so gestaltet und frei stehend angebracht, daß man Gefäße darauf hängen und in der Seitenwand mit den Eindrücken der Stempel versehen kann[1]).

Hier ist auch die **Wippe** anzuführen, mittelst welcher bei der gewöhnlichen Verfertigungsart der Stecknadeln die Köpfe auf den Nadelschäften befestigt und zugleich kugelrund geschlagen werden. Sie besteht in einem kleinen Fallwerke, an welchem statt des gußeisernen Hammers eine in Senkrechtführungen gehende Schmiedeisenstange, besonders noch beschwert durch eine mit ihr verbundene Bleikugel, angebracht ist. In das untere Ende der Stange wird der Oberstempel eingesteckt, der Unterstempel steht auf dem Tische fest; jeder der Stempel enthält ein halbkugliges Grübchen. Macht man statt des letzteren eine halbzylindrische Rinne, so kann die Vorrichtung zum Rundschlagen kleiner Zylinder dienen, z. B. der Schnürstifte an Korsett-Litzen[2]). Durch Anbringung einer eigentlichen Stanze mit dazu passendem Oberstempel wird übrigens die Wippe geeignet, kleine Verzierungen in dünnem Bleche hohl zu prägen, was von selbst klar ist.

c) Der **Prägstock**, das **Prägwerk**, **Stoßwerk** (balancier, *fly-press, coining press, stamping press*)[3]), das kraftvollste Mittel, um in Stanzen zu pressen, wird zur Verfertigung sowohl großer, als auch mancher kleinerer Gegenstände angewendet, und demgemäß in sehr verschiedenem Maßstabe ausgeführt. Die Konstruktion desselben stimmt wesentlich mit der des gewöhnlichen Schrauben-Durchschnittes (S. 259) überein. Ein sehr starker gußeiserner Bügel, ungefähr von der Form eines ⊓ oder Γ bildet das Gestell, in dessen oberem, horizontalen Theile die messingene oder bronzene Mutter für eine senkrechte, zwei-, drei-, oder vierfache eiserne Schraubenspindel angebracht ist. Am oberen Ende ist auf dieser Schraube ein horizontaler schmiedeiserner **Schwengel** befestigt, der an beiden Enden schwere, linsen- oder kugelförmige Gewichte (**Schwungkugeln**) trägt. Die Länge des Schwengels, der sich von der Schraube aus gleich weit nach beiden Seiten hin erstreckt, ist der Größe der ganzen Maschine angemessen und steigt von 0,6 bis 3 m und zuweilen darüber. Bei kleineren Prägstöcken geht von dem Schwengel abwärts eine eiserne Stange, die als Griff zum Umdrehen der Schraube dient; bei großen Maschinen wird der Schwengel (von zwei oder mehreren Personen) an ringförmigen Griffen außerhalb der Schwungkugeln gefaßt, oder mittelst Stricken gezogen. In jedem Falle muß die Drehung des Schwengels und der Schraube (welche meist nur ¼ bis ⅓ Umgang beträgt) sehr rasch und kräftig sein, sodaß nicht ein langsam anwachsender Druck, sondern ein kurzer aber äußerst heftiger Stoß dadurch entsteht. Zu diesem Erfolge trägt die starke Steigung des Schraubengewindes (welches eben deshalb ein mehrfaches ist) wesentlich bei. Das untere Ende der Schraube treibt einen in senkrechten Leitungen gehenden Schieber vor sich nieder und theilt dadurch dem Oberstempel, welcher unten in dem Schieber sich befindet, die Bewegung mit. Die Stanze oder der Unterstempel ist unbeweglich gerade unter dem Mittelpunkte des Schiebers, auf einem gehörig widerstehenden Fundamente, angebracht. Ein Gegengewicht hebt den Schieber sammt dem Oberstempel, wenn die Schraube zurück hinaufgedreht wird, oder letztere zieht ihn selbstthätig nach sich.

Näheres über Stoßwerke, was vollständig auch hierher bezogen werden kann, kommt im VI. Kapitel vor, wo das Prägen der Münzen abgehandelt ist. — Mittelst des Prägstockes werden sowohl hohle Gegenstände (außer mannigfaltigen Verzierungen auch gefäß-

---

1) Technolog. Encyklopädie, II. 305.

2) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1844, S. 123.

3) Génie ind., T. 17, p. 113; T. 20, p. 84. — Jobard, Bulletin, T. 38, p. 113. — Polyt. Centr. 1860, S. 1650. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 241.

artige Stücke, wie Theebretter, Lichtscherteller ꝛc. von Eisenblech, wozu man gußeiserne Matrizen und Oberstempel gebraucht[1]) als doppelterhabene Arbeiten zwischen zwei vertieften stählernen Stempeln dargestellt; die letztere Arbeit wird im eigentlichen oder engeren Sinne **Prägen** (frapper, *coining*) genannt und kommt bei der Verfertigung der Münzen und Medaillen, bei der fabrikmäßigen Erzeugung silberner Löffel, Gabeln ꝛc. ꝛc. vor. — Durch successive Anwendung mehrerer Stempelpaare von eigenthümlicher Beschaffenheit erzeugt man aus Blech ungelöthete **hohle Ringe**[2]).

d) Eine **Druckpresse** statt des Fallwerkes und Prägstockes gewährt überhaupt den Vortheil, die heftig erschütternde stoßweise Wirkung zu vermeiden, ist aber besonders alsdann zweckmäßig, wenn es sich um die Darstellung tieferer Gefäßkörper durch Austiefen von Blechscheiben handelt, wobei ein rascher Stoß oft eher das Metall durchreißen als die beabsichtigte Formveränderung erzeugen würde. Sofern die Presse mittelst einer Schraubenspindel wirkt, also im Wesentlichen die Konstruktion des Prägwerkes hat, wird ihre drückende (statt stoßende) Wirkung durch langsamere Bewegung erzielt und ist somit eine scharfe Scheidung zwischen beiden Gebrauchsmethoden (die vielmehr in einander übergehen) unstatthaft. Die Eigenthümlichkeit der Druckwirkung tritt schon mehr hervor, wenn die Schraube ein einfaches Gewinde hat (welches zu rascher Bewegung sich nicht eignet) und dann wohl gar in horizontaler Lage angebracht wird, am vollkommensten aber beim Gebrauch von Pressen ohne Schraube — namentlich Kniehebel-Pressen[3]) oder Pressen mit Zahnstange und Räderwerk, mit Exzenter — und bei dem zum Ausprägen kleiner Medaillen, Schmuckbestandtheile ꝛc. empfohlenen Verfahren, mehrere in einem Kästchen unverrückbar zusammengestellte Prägstempel-Paare nebst den zwischen ihnen liegenden Blechstücken durch die Öffnung eines starken Walzwerkes gehen zu lassen[4]).

Zur Verfertigung von Gefäßen ꝛc. aus Eisen- und anderem Blech wendet man vertikale[5]) und horizontale Schraubenwerke[6]), Pressen mit Exzenter[7]) und hydraulische Pressen[8]) an. Die gußeisernen Stanzen hierzu haben keinen Boden, sondern sind durch und durch ausgebohrt, ringförmig. Die auf ihre Oeffnung gelegte Blechscheibe wird am Rande ringsum zwischen zwei festhaltenden Stahlringen eingeklemmt (vergl. S. 372) und der Stempel, dessen Durchmesser etwas kleiner ist, als jener der Stanzenhöhlung, treibt das Blech in letztere hinein nach der Art, wie man ein über einem Ringe ausgespanntes weiches Leder mit dem Finger eindrücken könnte. In diesem Falle ist also das Austiefen von einer beträchtlichen Flächenausdehnung und Verdünnung des Bleches begleitet. Die in den Gefäßwänden etwa entstehenden Falten können — sofern sie nicht zu ansehnlich sind — durch Hämmern ausgeglichen werden. Auch hat man dazu ein Walzwerk erfunden[9]) dessen zwei abgestutzt kegelförmige Walzen an den Enden ihrer Wellen sitzen, sodaß die Gefäßwand zwischen sie eingebracht werden kann.

Soll das Austiefen ohne bedeutende Streckung und Verdünnung, also durch Aufbiegen des Randes der Scheiben geschehen, so setzt dies (um Faltenbildung zu vermeiden) voraus, daß die Bearbeitung in mehreren (3 bis 10 oder noch mehr) auf einander folgenden Matrizen oder Ringen schrittweise geschehe. Diese Matrizen nehmen in der Reihenfolge an Durchmesser ab, wie die darin arbeitenden Stempel. In der ersten Matrize wird ein sehr schmaler Rand aufgebogen, der sich eben wegen seiner geringen Breite leicht ganz schlicht darstellen läßt; jede folgende (kleinere) Matrize biegt wieder den äußersten Ring des Bodens zum Rande auf und verlängert oder erhöht somit den letzteren. Auf

1) Brevets, X. 51; LVI. 38. — Technolog. Encyklopädie, II. 310.
2) Brevets, LXX. 295. — Géniel. ind., VIII. 255. — Jobard, Bulletin XXVI. 265. — Mittheilungen 1855, S. 19. — Polyt. Journ., Bd. 135, S. 191; Bd. 137, S. 342. — Polyt. Centr. 1855, S. 799. — Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 29.
3) Génie ind., VII. 5. — Brevets 1844. T. 9, p. 67. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 409. — Polyt. Centr. 1854, S. 258. — Jobard, Bulletin, XXV, 49.
4) Armengaud, VI. 292. — Jobard, Bulletin, XIV, 12.
5) Brevets L. 194.
6) Brevets, LVI. 51.
7) Armengaud, XI. 65, 68. — Jobard, Bulletin, T. 33, p. 138, 141.
8) Armengaud, XI. 67. — Jobard, Bulletin, T 33, p.. 140.
9) Brevets, LIV. 247.

solche Weise werden kupferne und eiserne Kasserolle ꝛc. [1]) verfertigt; ebenso Röhren [2]). Ferner, mittelst einer durch ein Exzenter wirkenden Preßmaschine, aus runden Scheiben von gewalzten Zinnplatten die bekannten papierdünnen Flaschenkapseln (welche die Verpichung an Weinflaschen, den Papierverschluß an Pomadetiegeln ꝛc. ersetzen) [3]); es ist hierbei die Anordnung getroffen, daß die Kapseln durch einen beweglichen Boden der Stanze oder Matrize wieder herausgeschoben, auch wohl gar durch den Mechanismus selbst nach der nächstfolgenden kleinern Matrize hingeführt werden. Dreizehn Matrizen vollenden die Kapsel. — Auf gleichem Prinzipe beruhen die Pressen zur Verfertigung der aus Kupferblech von 0,16 bis 0,3 mm Dicke gemachten Zündhütchen für Perkussions-Gewehre; jedoch wird hier schon durch drei Matrizen, ja durch eine einzige Matrize, das Ziel erreicht. Am einfachsten ist die Herstellung der gespaltenen Zündhütchen, welche in ihrer zylindrischen Wand vier oder sechs zur Achse parallele, vom Rande bis zum Boden sich erstreckende, feine Spalte haben. Das Blech wird hierzu nicht als Scheibe, sondern als Kreuz oder sechsstrahliger Stern (mit breiten lappenförmigen Strahlen) ausgeschnitten, den der Stempel oder Dorn durch ein rundes Loch schiebt, wobei die Lappen sich aufbiegen und dicht an einander schließen. Gestreifte Zündhütchen erfordern eine entsprechend feingefurchte Matrize. Die jetzt gebräuchlichen Zündhütchenmaschinen verrichten in unmittelbarer Aufeinanderfolge das Ausschneiden der runden Scheibchen (oder der Sterne) aus dem dünnen Kupferblechstreifen und das Austiefen mittelst Dorn und ringförmiger Matrize: eine solche Maschine macht bei jeder Umdrehung ihrer Schwungradachse 2 oder 4 Hütchen (da Schneidstempel, Matrize und Dorn doppelt oder vierfach vorhanden sind) und in 1 Min. gegen 200 Umdrehungen, also an 400 oder 800 Hütchen.

Von der eben erörterten Methode des Austiefens ist nur ein kleiner Schritt zum einfachen Biegen des Bleches, weshalb ein paar hierzu dienliche Vorrichtungen an dieser Stelle erwähnt werden mögen. Kniehebelpressen wendet man z. B. zum Krümmen der Wagenfedern und anderer Stahl- oder Eisenschienen an, welche dabei zwischen zwei Gußeisenblöcke gelegt werden: der untere Block bietet die entsprechende Konkavität, der obere die dazu passende Konvexität dar [4]). Eine andere Kniehebelpresse verfertigt Röhren, indem sie mittelst rinnenförmig ausgehöhlter Backen das Blech einem zylindrischen Dorne anschmiegt oder auch ohne diesen Dorn, zwischen den Backen allein, dem Bleche die Krümmung gibt [5]). Vergl. S. 224. — Eine Presse, bei welcher ein Druckstempel mittelst Zahnstange und Räderwerk senkrecht niederbewegt wird, um dickes Eisenblech in hohlen Formen oder über großen gußeisernen Dornen zur Gestalt runder oder eckiger Rinnen u. dgl. zu biegen, ist für die Ausführung verschiedener Eisenkonstruktionen sehr dienlich [6]). Aus dünnerem Eisen- (oder auch Messing-) Blech werden in zweitheiligen Gesenken mittelst eines Prägstockes (S. 373) hohle Fenstersprossen [7]) dargestellt, welche Festigkeit mit Leichtigkeit vereinigen. — Das in neuerer Zeit als Dachdeckmaterial zu Wänden, die im Freien stehen, u. dgl. m. viel angewendete gereifte, gerunzelte, gewellte Eisenblech (tôle gaufrée, tôle ondulée, *corrugated plate*) — verzinktes Blech, dessen Steifheit durch wellenförmige Biegungen ~~~~ erhöht ist — wird mittelst eines schweren Fallwerkes gestampft. Diese Maschine enthält einen ungeheuren Gußeisenklotz von der Länge der Blechtafeln (etwa 1,5 m), an welchem unten der Stempel sich befindet. Letzterer ist 100 bis 250 mm breit und enthält auf dieser Breite zwei runde Rippen mit der zwischen ihnen liegenden Ausfurchung: ‿⌒‿ Der ebenfalls gußeiserne Unterstempel ist dem entsprechend mit zwei runden Furchen und einer dazwischen befindlichen Rippe versehen. Der Fallklotz wird von zwei Arbeitern durch Kurbeln, Zahnstange, Rad und Getriebe auf ungefähr 500 mm Höhe gehoben, dann dem freien Falle überlassen, um mittelst des Stempels den Stoß gegen das auf dem Unterstempel liegende Blech aus-

[1]) Brevets, LXXV. 356.

[2]) Brevets 1844, T. 14, p. 29. — Bulletin d'Encouragement, LIII. (1854), p. 302. — Jobard, Bulletin, XXVI. 105. — Polyt. Centr. 1854, S. 1228. — Polyt. Journ., Bd. 134, S. 7.

[3]) Bulletin d'Encouragement, XXXVIII. (1839), p. 256. — Génie ind., T. 12, p. 289. — Brevets 1844, T. 28, p. 254. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 116. — Polyt. Journ., Bd. 74, S. 98; Bd. 144, S. 8.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 112, S. 104. — Polyt. Centr. 1849, S. 771.

[5]) Brevets 1844, T. X., p. 90.

[6]) Bulletin d'Encouragement, XLVII. (1848), p. 580. — Jobard, Bulletin, XV. 175. — Polyt. Centr. 1849, S. 461. — Polyt. Journ., Bd. 114, S. 170.

[7]) Mittheilungen 1855, S. 6.

zuüben. Letzteres wird von einem dritten Arbeiter nach jedem Schlage um eine Furche weiter gerückt; um das Ausstampfen zu vollenden, ist aber mehrmaliger Durchgang erforderlich. Zu dieser Arbeit wendet man, statt des Fallwerkes, auch eine Exzenterpresse mit gleichgestalteten Stempeln an [1]). Eine andere Art gewellten Bleches, mit spitzwinkligen Zickzackbiegungen, dient zu Fensterläden und Jalousien, und wird gleichfalls mittelst einer Exzenterpresse gebogen [2]).

XXII. Walzen.

Walzwerke (laminoir, *rollers)* mit stählernen oder eisernen Zylindern, oft in kleinem oder sehr kleinem Maßstabe mit sehr mannigfaltiger Bauart ausgeführt, dienen:

1) Um Draht zu plätten (laminer, laminage, écacher, *flatting)*, d. h. platt zu drücken; in welchem Falle man das Walzwerk mit dem Namen Plättwerk, Plättmaschine (moulin à écacher) bezeichnet (s. S. 153) [3]).

2) Um auf Streifen von Blech, oder auf Ringen, die aus solchen Streifen gebogen und gelöthet sind, mancherlei Verzierungen einzudrücken. Für diesen Fall sind die Walzen entweder 50 bis 80^{mm} lang, 40 bis 50^{mm} dick, und mit mehreren, ringförmig in sich selbst zurückkehrenden, eingravirten Dessins versehen; oder sie haben bei einem bald größern, bald kleinern Durchmesser (6 bis 100^{mm}) nur eben so viel Breite, als die darauf angebrachte Verzierung erfordert (Rändelscheiben, Rändelräder, Moletten, molettes).

Die gewalzten Verzierungen sollen entweder voll oder hohl sein, wodurch die nämliche Verschiedenheit der Wirkung entsteht, wie bei den Stanzen (S. 368). Im ersteren Falle (der weniger häufig vorkommt und sich nur für feine Zeichnungen eignet) ist der Dessin in der einen Walze vertieft enthalten, die andere Walze dagegen ist glatt, oder allenfalls (um das Blech besser zu fassen) parallel zur Achse fein gestreift. Im zweiten Falle ist die eine Walze vertieft, die andere mit gleichgestalteten und entsprechenden Erhabenheiten versehen. Man bildet die eine Walze (sei es die erhabene oder die vertiefte) durch Graviren oder durch Rändeln auf der Drehbank, härtet sie und drückt sie in die Gegenwalze, welche noch weich ist und auch nicht gehärtet wird (öfters nur aus Kupfer besteht), dadurch ab, daß man beide, in dem Gestelle des Walzwerkes stark auf einander gepreßt, in Umlauf setzt. Nur die eine Walze wird dabei mittelst der Kurbel umgedreht; die andere folgt von selbst durch den Eingriff der Gravirung. Mancherlei Abweichungen im Bau der Maschine ergeben sich als nöthig, wenn dieselbe in größerem Maßstabe zur Profilirung mehr oder weniger starker und breiter Blechstreifen ausgeführt wird (Gesimswalzwerk, Sickenmaschine, *swaging machine)* [4]). Die meist nur kurzen — scheibenförmigen — Walzen bringt man gern an den Enden ihrer Achsen an, theils um das Einbringen des Bleches zu erleichtern, theils um die Walzen selbst gegen andere (mit verschiedenem Muster) auswechseln zu können. Man hat dann auch solche Walzen, welche nur den Blechrand einfach umbiegen (bördeln, S. 361), wonach denn das betreffende Werkzeug den Namen einer Bördelmaschine führt [5]).

Dessin-Walzwerke oder Rändelmaschinen [6]) finden bei Fabrikation der Gold-, Silber-, Bronze- und plattirten Waren ausgedehnte Anwendung. Aus dünnem Bleche oval gebogene Armbänder werden ebenfalls auf vorstehende Weise mit Reliefverzierungen versehen; die im Relief gravirte Walze ist von Stahl, die vertiefte Gegenwalze von Kupfer; da die erstere eine ovale Gestalt hat, so wird zur Sicherung des regelmäßigen Eingriffes eine Art Verzahnung am Rande beider Walzen angebracht, bestehend aus spitzen Zähnen auf der Stahlwalze, welche sich entsprechende Vertiefungen in der Kupferwalze gebildet haben.

Zum Rundbiegen (cintrer), wodurch man z. B. aus Blechtafeln weite Röhren, zylindrische Gefäße, Rinnen 2c. viel schneller und selbst genauer herstellen kann, als

---

1) Hütte 1861, Taf. 13 a, b.
2) Génie ind., T. 20, p. 33.
3) Technolog. Encyklopädie, IV. 239.
4) Polyt. Centr. 1850, S. 71
5) Polyt. Journ., Bd. 164, S. 403. — Jobard, Bulletin, T. 42, p. 211.
6) Technolog. Encyklopädie, II 312; IV. 246; VII. 146. — Brevets, XLIII, 41.

mittelst des Hammers auf dem Sperrhorn (S. 360). Ein Walzwerk (**Biegewalzwerk**, **machine à cintrer**, *bending machine*) zu dem angezeigten Behufe [1]) enthält drei gußeiserne oder sogar hölzerne glatte Walzen, von denen zwei das Blech zwischen sich hineinziehen und es der dritten entgegenführen. Letztere liegt hinter jenen beiden parallel mit denselben, und bewirkt eine Ablenkung des Bleches von seiner natürlichen Richtung, wodurch, weil der Winkel dieser Ablenkung konstant ist, eine Kreisbiegung entstehen muß. Je näher die hintere Walze den zwei vorderen Zylindern gestellt wird, desto kleiner fällt der Halbmesser der Krümmung aus.

Zum Biegen der starken Eisenplatten, woraus zylindrische Dampfkessel zusammengenietet werden, macht man die Walzen 2,4 bis 2,8 m lang bei 300 mm Dicke, und legt zwei derselben in einigem Abstande von einander unten, die dritte mitten über diesen (wie bei dem Walzwerke zum Biegen der Radreifen, S. 181). Die Unterwalzen werden durch Räderwerk umgedreht und durch eine unter ihnen befindliche gußeiserne Tafel verhindert, sich durchzubiegen; sie lassen sich einander mehr oder weniger nähern. Die Oberwalze ist nach Bedürfniß zu heben oder zu senken und nimmt ihre drehende Bewegung vermöge der Reibung an [2]). An einer großen Blechbiegmaschine der vorbezeichneten Art wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Durchmesser der Biegwalzen 330 mm, Länge derselben 2,845 m. Dicke der Walzenzapfen 110 mm, Wandstärke der (gußeisernen) Biegwalzen 96 mm, Abstand der beiden Unterwalzen (von Mitte zu Mitte) 360 mm; minutliche Umdrehungszahl der Biegwalzen 0,826, daher Umfangsgeschwindigkeit 14,3 mm pro Sec., Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}55$ Pferdestärken, stündliche Leistung: 7 Eisenblechtafeln von 2,685 m Länge, 1,38 m Breite und 13,5 mm Dicke rothwarm zu Halbzylindern zusammengebogen, hierbei Arbeitsverbrauch $N = 2{,}76$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 7850 kg.

Allgemein kann nach den Versuchen des Herausgebers der Verbrauch an Nutzarbeit zur Biegung einer Tafel Eisenblech von der Dicke h mm und dem Volumen V cbmm aus der geraden Form in die zylindrische Krümmung vom Halbmesser ρ mm nach der Formel

$$A = \alpha . \frac{h}{\varrho} . V^{mkg}$$

berechnet werden, worin der Coefficient α zu setzen ist

$\alpha = 0{,}75$ für kaltes Schmiedeisen
$\alpha = 0{,}10$ „ rothwarmes Schmiedeisen.

Um gewelltes Eisenblech (S. 375) zur Dachdeckung in Kreissegment-Gestalt zu biegen, erleidet das Walzwerk Abänderungen; vor allem sind dabei die Walzen nicht glatt, sondern mit ringsum laufenden Wülsten versehen, welche den Wellenbiegungen der Blechtafeln entsprechen [3]). Zum Biegen eiserner und stählerner Stäbe rc. (Wagenfedern, Radbandagen, Faßreifen rc.) können die Walzen bei ihrer geringen Länge auch stehend angebracht werden [4]). Wesentlich abweichend ist die Konstruktion einer Blechbiegemaschine mit einer einzigen großen Walze, deren Mantelfläche direkt die zu erzeugende Krümmung vorschreibt, und gegen welche das Blech durch eine kleine Walze und ein eisernes Lineal angepreßt wird [5]). Nach gleichem Prinzipe kann man eine Vorrichtung anordnen, um engen metallenen Röhren an ihrem Ende eine Bogenkrümmung zu ertheilen [6]). Die engen Messingröhren, welche zur Anfertigung der Blasinstrumente gewöhnlich (nachdem man sie zur Verhinderung des Einknickens provisorisch mit Blei ausgegossen oder mit feinem Sand gefüllt hat) durch Hämmern über einem konvexrunden Holzmodell gebogen werden, können die Biegung auch mittelst einer rundum ausgefurchten Walze empfangen, deren untere Hälfte von einem ebenso ausgefurchten Eisenklotze umschlossen ist [7]).

---

[1]) Brevets, VIII. 123. — Brevets 1844, T. 28, p. 158. — Génie ind., T. p. 270. — Technolog. Encyklopädie, II. 314. — Mittheilungen, Lief. 5 (1835), S. 308. — Deutsche Gewerbezeitung 1849, S. 187. — Polyt. Centr. 1849, S. 543. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 136.

[2]) Armengaud III. 339. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 41, 42, 43. — Atlas III., Taf. 29.

[3]) Hütte 1861, Taf. 13 c.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 112, S. 102. — Hütte 1865, Taf. 9.

[5]) Génie ind., I. 377. — Polyt. Centr. 1851, S. 971.

[6]) Brevets 1844, T. VII., p. 197.

[7]) Génie ind., T. 19, p. 325. — Polyt. Centr. 1860, 1247.

Wenn man eine im Blechbiegewalzwerk mittelst dreier Walzen zum flachen Zylinder-Segmente gekrümmte Platte zum zweiten Male — bei unveränderter Stellung der Walzen — jedoch umgewendet (die vorige Oberseite unten) durchgehen läßt, so wird sie wieder völlig gerade; man kann sich dieses Kunstgriffes bedienen, um Blechtafeln schnell eben zu machen, Beulen u. dgl. daraus wegzuschaffen.

Röhren aus schwarzem und verzinntem Eisenblech rc. werden mittelst eines einfacheren Walzwerkes leicht, schnell und richtig hergestellt. Dasselbe [1]) besteht nur aus zwei Walzen, welche bei einer Dicke von 50 mm oder darunter aus Eisen, bei größerem Durchmesser aus Holz gemacht sind. Die untere Walze ist mit einer ihrer Länge nach aufgelegten und angeschraubten Eisenschiene versehen, um eine Furche zu bilden, in welche der Rand einer zu biegenden Blechtafel eingeschoben werden kann. Die obere Walze liegt von der unteren nur so weit entfernt, als die Blechdicke erfordert. Wird demnach die Unterwalze, an welcher der Blechrand wie gesagt eingeschoben ist, ein Mal um ihre Achse gedreht, so nöthigt die Oberwalze (Druckwalze) das Blech, sich an den Umkreis der ersteren anzuschmiegen und ein Rohr zu bilden, welches nach dem Herausheben des Zylinders aus seinen Lagern, in der Längenrichtung davon abgezogen werden kann. Jeder andere Rohrdurchmesser erfordert hier eine andere Unterwalze; man kann daher zweckmäßig für zwei verschiedene Kaliber zwei Walzen einander gegenüber neben eine gemeinschaftliche Mittelwalze legen, welche für beide zugleich als Druckwalze wirkt [2]). Reicht die Breite des Bleches nicht, die Walze rundum zu bekleiden, so entsteht eine offene Rinne; sonst werden Rinnen über einem halbzylindrischen Holzklotze gebogen, wobei die zur Verstärkung dienenden Wülste an ihren Längenkanten durch Aufrollen des Bleches um einen mittelst Kurbel umgedrehten runden Eisenstab entstehen.

Eine Röhrenbiegmaschine anderer Art, der ganzen Zusammensetzung nach auf starkes Blech berechnet, ist folgende: [3]) Der Blechstreifen wird flach auf einen langen schmalen eisernen Schlitten gelegt, welcher seiner ganzen Länge nach in der obern Fläche eine Rinne von halbkreisförmigem Querschnitt enthält und auf dem Gestelle langsam fortgleitet. Hiermit geht das Blech zuerst unter einer mit einem halbrunden Wulst umlegten Walze oder Rolle durch, welche den mittleren Theil in die Rinne des Schlittens ziemlich hineindrückt und ein schräges Aufsteigen der Ränder veranlaßt, sodaß der Querschnitt des Streifens nun einen stumpfen Winkel mit abgerundetem Scheitel darstellt. In Verfolgung seines Weges gelangt das so vorbereitete Blech ferner unter eine zweite ähnliche Rolle, durch welche es vollständig in die Rinne hineingepreßt und zu einem Troge mit halbzylindrischem Boden und nahezu vertikalen Seitenwänden geformt wird. Unter dieser zweiten Rolle hervortretend, schiebt sich das Blech über den abgerundeten Kopf eines eisernen Dornes, und gelangt zugleich zwischen ein Paar Walzen, deren Achsen so gegen einander geneigt sind, daß sie die Seitenwände des halbfertigen Rohres von oben her über den Dorn niederlegen. Endlich geht das Rohr sammt dem in ihm steckenden Dorne unter einer letzten, rundum rinnenartig ausgefurchten Walze mit horizontaler Achse durch, damit die Ränder vollends niedergebogen werden und die Furche auf dem Dorne anliegend sich schließt. — Das Ziel, einen Blechstreifen durch mehrere auf einander folgende Walzen in die Röhrengestalt zu biegen, kann auch durch andere Ausführungen erreicht werden [4]).

Daß die auf irgend einer der erwähnten Maschinen gebogenen Röhren zuletzt durch Falzen, Nieten, Löthen oder Schweißen an der Fuge zusammengeheftet und dicht gemacht werden müssen, bedarf kaum der Erinnerung.

4) Um den Rand von Blechscheiben rundherum aufzubiegen, zur Herstellung von Kasserolen und ähnlichen Gefäßen. — Eine hierzu in Amerika erfundene und zu großer Verbreitung gelangte Maschine (Bördelmaschine) [5]) enthält auf parallelen horizontalen Achsen zwei stählerne Scheiben, welche ähnlich wie die Schneidscheiben einer Kreisschere (S. 254) gegen einander gestellt, aber nicht schneidig, sondern dem Zwecke angemessen profilirt sind, auch sich nicht berühren, weil sie das Blech zwischen sich nehmen

[1]) Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogth. Hessen 1839, S. 168. — Gewerbeblatt für Sachsen 1839, S. 405. — Kunst- und Gewerbeblatt 1840, S. 313. — Polyt. Centr. 1841, Bd. 2, S. 934. — Technolog. Encyklopädie, XII. 5.

[2]) Brevets 1844, T. 2, p. 46.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 112, S. 261. — Polyt. Centr. 1849, S. 461.

[4]) Brevets 1844, T. XII., p. 56.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 106, S. 348; Bd. 189, S. 289. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 26, S. 25. — Deutsche Gewerbezeitung 184ſt, S. 479.

müssen. Eine andere Vorrichtung[1]) wirkt mittelst dreier abgestutzter Stahlkegel und hat den Zweck, an kreisrunden Blechböden den Rand umzukrempen, also das zu verrichten, was der Klempner **Bördeln** nennt (S. 361, 376).

5) **Zur Fabrikation der Scharnierbänder** aus Eisen- und Messingblech[2]), zu deren **Herstellung** übrigens aber auch verschiedene andere Maschinensysteme gebräuchlich sind[3]).

---

1) **Polyt.** Centr. 1854, S. 778. — Polyt. Journ., Bd. 203, S. 169

2) **Brevets**, LXXIII. 358.

3) **Brevets**, T. 87, p. 310. — Brevets 1844, T. 26, p. 183. — Génie ind., T. 20, p. 289. — Jobard, Bulletin, T. 39, p. 137. — Deutsche Gewerbezeitung 1861, S. 236. — Schweiz. Z. 1861, S. 5.

Viertes Kapitel.

Von den Zusammenfügungen oder Verbindungen bei Metall=Arbeiten.

Solche Gegenstände, welche nicht aus einem einzigen Stücke verfertigt werden können, oder bei welchen die Enden oder die Ränder eines und desselben Stückes an einander gefügt werden müssen, erfordern mancherlei Mittel zur Verbindung, deren gehörige Auswahl und zweckmäßige vollkommene Ausführung sehr wichtig ist, weil gewöhnlich die Festigkeit und Dauerhaftigkeit, oder wenigstens die Schönheit der Arbeiten wesentlich darauf beruht. Sehr oft muß eine Verbindung zugleich fest und dennoch so beschaffen sein, daß sie sich ohne viel Arbeit sowie ohne Nachtheil für den Gegenstand auflösen und wieder herstellen läßt.

Ganz einfache, durch sich selbst verständliche Verbindungsarten, oder solche welche zum klaren Verständnisse die Bekanntschaft mit anderen, nicht in das Gebiet der Metallarbeiten gehörenden Industriezweigen erfordern, sollen hier nicht ausführlich abgehandelt werden. Dergleichen kommen vorzüglich bei der Verarbeitung des Drahtes vor und sind hauptsächlich folgende:

a) Das Verschlingen und Zusammenhaken mittelst Ringen oder Ösen und Haken, welche man mit der Zange biegt, wie bei der Verfertigung mancher Kettchen u. s. w.

b) Das Zusammendrehen, was auf eine von selbst verständliche Weise mittelst der Zange geschieht, wenn man blos die Enden eines Drahtes mit einander zu vereinigen hat. Sollen längere Drähte ganz durch Zusammendrehen mit einander verbunden werden, so legt man sie parallel neben einander, hält sie an einem Ende (z. B. im Schraubstocke) fest und dreht das andere Ende mit einer Zange oder auf eine andere Weise nach Erforderniß um sich selbst. Die Verfertigung der Drahtseile ist eine Anwendung dieses Prinzipes im größten Maßstabe.

c) das Umwickeln oder Zusammenbinden der zu vereinigenden Bestandtheile mit Draht oder mit metallenen Bändern.

d) das Flechten des Drahtes bei der Darstellung grober Siebe, sowie auch mancher kleiner und feiner Drahtarbeiten.

e) das Weben von Draht, wobei derselbe wie Garn in der Leinweberei ꝛc. behandelt wird. Die Webstühle und die denselben ähnlichen Vorrichtungen, welche man hierbei gebraucht, können ohne eine Auseinandersetzung der Prinzipien der Weberei nicht deutlich gemacht werden. Die Verfertigung der Drahtgewebe wird deshalb in Verbindung mit den übrigen Zweigen der Weberei im zweiten Bande dieses Werkes abgehandelt.

Das gegenwärtige Kapitel ist denjenigen Verbindungs- oder Zusammenfügungs-Arten vorzugsweise gewidmet, welche bei den Metallarbeiten die ausgedehnteste Anwendung finden und deren Ausführung eine nähere Erläuterung verlangt. Diese sind: das Falzen, Nieten, Einsprengen, Aufziehen und Aufpressen, Löthen, Schweißen, Kitten, Zusammenschrauben und Zusammenkeilen.

I. Das Falzen (replier, agrafer, *folding*)[1]).

Eine Verbindungsart, welche ausschließlich bei Arbeiten aus Blech vorkommt und bei der Verfertigung von Gefäßen und Röhren, beim Dachdecken rc. angewendet wird. Das Falzen besteht im Allgemeinen in einem Umbiegen und Übereinanderlegen der Ränder, welches auf verschiedene Weise vorgenommen werden kann. Man nennt die umgebogenen und vereinigten Ränder den Falz (repli, agrafe, *fold*) und unterscheidet a) den einfachen, b) den stehenden doppelten und c) den liegenden doppelten Falz. Bei dem einfachen Falze (der auf leichten Arbeiten gewöhnlich ist) werden die zwei zu vereinigenden Blechränder einfach in einer Breite von 5 bis 20^{mm} umgebogen, in einander gehakt und zusammengehämmert. Oft wird überdies der Falz noch verlöthet oder durch Nieten befestigt. Eine abgeänderte, sowohl für blecherne Röhren als Dachdeckungen übliche Art ist die Verbindung durch übergeschobene Falzstreifen, wobei die zwei zu vereinigenden Ränder auf derselben Fläche in entgegengesetzten Richtungen umgelegt und durch den klammerartig gestalteten Falzstreifen (welcher unter beide Biegungen hineingreift und die Fuge bedeckt) verbunden werden. Bei dem doppelten Falze findet ein Ineinanderhaken und dann noch ein zweites, gemeinschaftliches Umbiegen der Ränder Statt; dieser Falz heißt stehend, wenn er sich als eine Rippe rechtwinklig von dem Bleche erhebt, dagegen liegend, wenn er flach auf dasselbe niedergehämmert ist. Der doppelte Falz giebt immer (verglichen mit dem einfachen) eine dichtere Verbindung und man bedient sich daher desselben beim Dachdecken, sowie bei Wasserbehältern, überhaupt dort, wo eine große Festigkeit und Dichtheit erfordert wird.

Die Werkzeuge zum Falzen sind sehr einfach. Das Aufbiegen der Blechränder geschieht mittelst des hölzernen oder eisernen Hammers auf dem Umschlageisen (S. 361), auch wohl über der Kante des Polirstockes (S. 360) oder (wenn eine große Länge zu falzen ist) einer mit Eisen beschlagenen Bohle (Falzbohle) oder einer vierkantigen Eisenstange. Beim Dachdecken und bei anderen großen Arbeiten bedient man sich eines starken Holzstückes, welches länger ist als die Blechtafeln und auf einer seiner Seitenflächen eine mit Blech ausgefütterte Furche besitzt; man schiebt letztere auf den Rand des Bleches und biegt diesen durch eine einfache Wendung des Holzes rechtwinklig um. Vollkommener und mit einigen, die Brauchbarkeit erhöhenden Abänderungen wird dieses einfache Geräth unter dem Namen einer Falzmaschine ausgeführt. Um den Falz völlig umzulegen und zusammenzudrücken, dient eine Falzzange mit breitem flachen Maule; beim Dachdecken insbesondere ist diese Zange oft sehr (bis 120^{mm}) breit und etwas dick im Maule (Deckzange). Die Zange muß, wenn man Zinkblech falzt, erwärmt werden, weil in der Wärme das Zink weniger leicht bricht, und dann ist die Dicke des Maules vortheilhaft, indem dadurch die Wärme länger anhält. Der fertige Falz wird zuletzt mittelst des Hammers dicht zusammengeklopft. Beim Dachdecken erleichtert man sich die Herstellung des doppelten Falzes durch die Anwendung des Schalleisens oder Scholleisens (der Deckschaufel), eines eisernen Werkzeuges, welches an einem Bügel einerseits mit einer flach auf das Blech zu legenden stumpfen Kante und andererseits mit einem parallelepipedischen Klotze versehen ist. Erstere dient, um die Ränder des Bleches darüber scharf umzubiegen oder den stehenden Falz, welchen man umlegen will, darüber niederzuklopfen; der Klotz aber wird gegen die eine Seite des stehenden Falzes angehalten, während man auf die andere Seite mit dem Hammer schlägt, um die Biegungen zusammenzutreiben. — Zum Falzen blecherner Röhren sind verschiedene mechanische Vorrichtungen in Anwendung gebracht worden[2]).

Wenn der Falz durch nachfolgendes Löthen dicht gemacht wird, so ist es zur Haltbarkeit nicht gerade nöthig, daß er nach der ganzen Länge der Fuge hin sich erstrecke; man kann ihn dann durch eine Verbindung eigenthümlicher Art ersetzen[3]), wobei die Blech-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, II., 325.
[2]) Brevets 1844, T. VIII., p. 110, 111. — Génie ind., VII. 120.
[3]) Brevets 1844, T. XIV., p. 182.

ränder ohne Umbiegung über einander gelegt und zungenartige Lappen des einen i[n] Spalte des andern eingeschoben werden.

Das Falzen des Zinkes hat sonst gewöhnlich ziemliche Schwierigkeiten verursacht. Gegenwärtig kommt jedoch viel Zinkblech von solcher Biegsamkeit vor, daß es gleich Kupfer, Blei ꝛc. kalt gefalzt werden kann. Immerhin ist zu rathen, bei Zink alle scharfen Winkel-biegungen zu vermeiden und den Falz in Gestalt eines runden Wulstes durch Aufrollen herzustellen.

II. Das Nieten (river, *riveting, rivetting*).

Durch Nieten vereinigt man Theile von Metallarbeiten theils fest und unbeweglich, theils so, daß sie eine Beweglichkeit um den Punkt behalten, wo die Vernietung Statt gefunden hat (wie z. B. bei Scheren, Zangen u. s. w.) Zwei Metallstücke können entweder unmittelbar oder mit Hülfe eines dritten Stückes, auch mehrerer solcher Stücke, zusammengenietet werden. Man nennt ein solches kleineres Hülfsstück, welches einen ähnlichen Zweck zu erfüllen hat, wie die Nägel bei Holzarbeiten, ein Niet, rivet, *rivet*.

Wenn eine Vernietung (rivure) ohne Hülfe eines besonderen Nietes bewirkt werden soll, so versieht man von den beiden Stücken, welche zu verbinden sind, das eine mit einem Loche, das andere mit einem Zapfen oder zapfenähnlichen Theile, der durch jenes Loch gesteckt und jenseits desselben so mit dem Hammer breitgeklopft wird, daß eine Art Kopf entsteht, welcher die Trennung beider Theile verhindert. Die Gestalt der Arbeitstücke macht natürlich im Einzelnen manche Modifikationen dieses Verfahrens nothwendig. Es sei z. B. ein eisernes Stäbchen unter rechtem Winkel mit einem andern solchen Stäbchen zu verbinden. Man wird dann in dem einen Stäbchen an der gehörigen Stelle ein Loch durchschlagen oder bohren und viereckig ausfeilen, das Ende des zweiten Stäbchens in Form eines vierkantigen Zapfens mit der Feile absetzen, und übrigens auf die schon angeführte Weise zu Werke gehen. Will man hierbei der Vernietung große Festigkeit geben, ohne daß der durch das Verhämmern entstandene Kopf eine Hervorragung bildet, so ist es zweckmäßig, an der Nietstelle das Loch des einen Stäbchens mit einer Versenkung zu versehen, welche von dem zusammengestauchten Ende des Zapfens ausgefüllt wird. In gleicher oder ähnlicher Weise werden beliebige Bestandtheile mittelst an ihnen befindlicher Zäpfchen (die öfters nur angelöthete Drahtstiftchen sind) auf einer Platte angenietet oder Stifte u. dgl. mit einer Platte verbunden. Sind die zu vernietenden Theile so klein und zart, daß sie dem Hammer unmittelbar nicht zugänglich sind, so setzt man auf dieselben eine gehärtete stählerne Punze mit abgeflachter Spitze (Nietpunze, Nietmeißel, poinçon à river, *riveting punch*) und schlägt oben auf die Punze mit dem Hammer.

So werden von den Uhrmachern die messingenen Räder auf den stählernen Getrieben festgenietet. Das Rad ist in seinem Mittelpunkte mit einem runden Loche versehen; von den Zähnen des Getriebes wird dort, wo das Rad seinen Platz erhalten soll, ringsum ein Theil weggedreht, sodaß ein Absatz entsteht, dessen Länge um ein Geringes die Dicke des Rades übertrifft und der genau in das Loch des letzteren paßt. Schiebt man nun das Rad auf das Getriebe, so ragt dieses über die jenseitige Fläche des Rades etwas hervor und man kann einen Zahn des Getriebes nach dem andern mittelst der Punze umnieten, d. h. unmerklich breitschlagen oder stauchen, um das Rad zu befestigen. Man bedient sich hierbei als Stützpunkt für das Getriebe eines Nietstöckchens (einer Nietbank, Nietplatte, banc à river, outil à trous, *riveting stock*)[1]. Dies ist ein längliches, oben flaches, messingenes oder stählernes Klötzchen, in welchem mehrere senkrechte, nach unten trichterartig verengte runde Löcher enthalten sind. Man wählt eines dieser Löcher von gehörigem Durchmesser aus, stellt in dasselbe, von oben her und senkrecht, die Welle des Getriebes, und läßt also letzteres mit seiner dem Rade entgegengesetzten Endfläche während des Nietens auf der horizontalen Oberfläche des Nietstöckchens

[1]) Technolog. Encyklopädie, XIV. 168.

ruhen. — Gegenstände, welche wegen ihrer Gestalt nicht auf dem Nietstöckchen bearbeitet werden können, spannt man an einer passenden Stelle im Schraubstocke ein, — oder wenn sie zart und der Beschädigung ausgesetzt sind — in ein kleines Klüppchen: Nietkluppe, Nietklöbchen, mordache à river, presse pour river, *riveting clamp*[1]), damit sie gegen die Hammerschläge hinlänglich festhalten. Der Hammer zum Nieten (Niethammer, marteau à river, rivoir, *riveting hammer*) ist ein gewöhnlicher kleiner Bankhammer (S. 357).

Ein eigenthümlicher Fall von unmittelbarer Vereinigung durch Nietung ist das Befestigen von Rohr-Enden in den Löchern einer Platte, wie es beim Bau der Lokomotiv-Kessel vorkommt und wozu besondere Werkzeuge (serre-tubes) gebraucht werden[2]).

Wenn die Arbeitstücke von solcher Beschaffenheit sind, daß ein unmittelbares Zusammennieten derselben nicht Statt finden kann, so bedarf man besonderer Niete, Nietnägel (bei beträchtlicher Länge auch Nietbolzen genannt), und das Nieten wird dann wohl auch Nageln genannt. Diese Art des Verfahrens ist z. B. immer erforderlich, wenn Blech oder anderes dünnes Metall mit auf einander liegenden Flächen zusammengenietet werden soll. Man macht dann auf den für die Niete vorgezeichneten Plätzen runde Löcher durch beide Metallstücke zugleich, wozu man sich eines Durchschlages oder des Durchschnittes, bei dicken Platten auch des Bohrers bedient. Das Niet ist ein stumpfer zylindrischer Nagel, der durch die Löcher gesteckt und an beiden hervorragenden Enden zu einem Kopfe ausgebreitet wird. Die Niete bestehen jederzeit aus demselben Metalle wie der zu nietende Gegenstand, daher kommen große Niete nur von Eisen oder Kupfer, kleinere außerdem von Messing, Zink rc. vor. Ganz kleine Niete können aus kurzen Stücken Draht oder selbst aus quadratischen Blechstückchen gebildet werden, welche letzteren man mittelst Zange und Hammer röhrenartig zusammenrollt (Hohlnägel); doch ist diese Art jetzt noch wenig gebräuchlich. In der Regel wird schon vorläufig das eine Ende des Nietes zu einem Kopfe gebildet, der entweder platt oder halbkugelförmig ist. Geschmiedeten Nieten giebt man diesen Kopf mittelst des Nageleisens, wobei man nach Bedarf einen Stempel anwendet (S. 184). Zuweilen werden Niete fabrikmäßig zum Verkaufe verfertigt; dann schneidet man sie aus starkem Eisendrahte oder gewalztem Rundeisen und bildet den Kopf mittelst eines Stempels im Fallwerke oder in einer kräftigen Presse (Nietkopfpresse)[3]) wie bei den Holzschrauben (S. 338).

Dieses Anprägen des Kopfes kann nur bei den kleinsten Nieten ohne Mithülfe von Hitze ausgeführt werden, geschieht aber mit den größeren in glühendem Zustande und erfordert bei den größten sogar zwei Hitzen, d. h. zweimaliges Glühen und Prägen. Maschinen zur Verfertigung (zum Schneiden und Anköpfen) der Niete sind in verschiedenen Konstruktionen vorhanden[4]). Beim Anschlagen der Köpfe mittelst des Handhammers bringt man im Ambosse unter dem Nageleisen einen Hebel an, mittelst dessen nach Vollendung des Kopfes das Niet augenblicklich nach oben herausgestoßen wird[5]). — Kleine Niete, welche aus kurzen, mit der Zange abgekneippenen Stückchen von Eisen-, Kupfer- oder Messingdraht nach Bedarf gemacht werden, versieht man mit dem Kopfe, in-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie XIV. 167, 169.

[2]) Bulletin d'Encouragement, IL. (1850), p. 37. — Brevets 1844, T. XIII. p. 142. — Jobard, Bulletin, XVII. 161. — Polyt. Journ., Bd. 116, S. 91.

[3]) Hütte 1867, Taf. 14.

[4]) Armengaud, V. 77; XV. 207. — Brevets, LVI. 215; LXXI. 16; LXXIX. 293. — Brevets 1844, T. I., p. 120; II. 98; XI. 231; XVI. 127; XXIII. 205; XXXV. 22. — Génie ind., T. 1, p. 176; T. 7, p. 182, 184; T. 20, p. 225; T. 23, p. 198; T. 27, p. 193. — Polyt. Centr. 1851, S. 1025; 1854, S. 769, 771; 1855, S. 139; 1861, S. 442; 1862, S. 730, 1204. — Polyt. Journ., Bd. 174, S. 334. — Zeitschrift der Ing. 1858, S. 118. — Mittheilungen 1862, S. 225. — Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 174. — Atlas III., Taf. 31.

[5]) Bulletin d'Encouragement, XLIV. (1845), p. 150. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 22. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 166. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 195. — Berliner Verhandlungen, XXVIII. (1849), S. 77.

dem man sie mittelst einer Nietkluppe im Schraubstocke dergestalt einklemmt, daß d obere Ende etwas hervorragt, welches man dann entweder mit der Bahn eines Hamme flachschlägt, oder mittelst eines daraufgesetzten, durch den Hammer niedergetriebenen Ste pels in halbkugelförmige Gestalt zusammenstaucht. Der Nietkluppe giebt man für dies Zweck in ihrem Maule halbrunde Einkerbungen, die paarweise einander gegenüberstch und das Niet fest umfassen, ohne es plattzudrücken.

Das Verfahren beim Nieten ist einigermaßen verschieden nach der Gestalt u sonstigen Beschaffenheit des Arbeitstückes. Es reicht bei kleiner Arbeit oft hin, d Niet, welches noch keinen Kopf besitzt, fest in das dafür bestimmte Loch zu stecken, beiderseits so abzukneipen, daß wenig davon hervorragt, dann das eine Ende a einen Ambos oder eine andere glatte stählerne Unterlage zu stützen und auf das zwei Ende mit dem Hammer zu schlagen: wodurch sich beide Enden abplatten und au breiten, sodaß das Niet nicht seine Stelle wieder verlassen kann. Wenn man a diese Weise zu Werke geht, so ist es am bequemsten, ein Stück Draht, welches i Feilkloben gehalten wird, am Ende etwas dünner und konisch zuzufeilen, in da Loch etwas gewaltsam einzureiben und dann wie angegeben zu verfahren; ma erspart hierdurch die mühsame Handhabung eines schon voraus fertig gemachten kurz und dünnen Nietes. Solche Niete dagegen, welche bereits fertig und mit eine Kopfe versehen sind, steckt man durch das Loch, den Kopf nach unten, und bildet je dann auch das oben hervorragende Ende zu einem Kopfe aus, wozu man sich ent weder blos des Hammers oder des Hammers und eines Nietstempels (chasse-rivet bouterolle, *riveting-set)* bedient. Letzterer ist von Stahl, 80 bis 150mm lang un an seinem Ende mit einer halbkugligen, halblinsenförmigen oder kegelförmigen Ver tiefung versehen, durch welche der Kopf die entsprechende Gestalt erhält. Um den schon fertigen halbrunden Kopf nicht zu verunstalten, legt man ihn in die angemessen geformte Vertiefung einer auf den Ambos gestellten oder im Schraubstocke befestigten Nietpfanne[1]). Sehr große Niete bearbeitet man glühend (indem man sie in der Schmiedeesse oder in einem eigenen Ofen[2]) erhitzt), weil sonst die Bildung des Kopfes zu viel Zeit erfordern oder auch gar nicht gelingen würde; man gewinnt dadurch zugleich den Vortheil, daß das Niet beim Erkalten sich verkürzt und folglich die ver bundenen Blechdicken kräftig auf einander preßt.

Findet sich beim Aufeinanderpassen zweier durch Nietung zu verbindenden Bleche, daß ihre Löcher nicht völlig genau zusammentreffen, so muß die gänzliche Uebereinstim mung durch Eintreiben eines Dornes hergestellt werden. Damit die auf einander genieteten Metallflächen gegenseitig in die genaueste Berührung treten, schlägt man vor dem Ver nieten auf das oben liegende Stück, rund um das Loch und das schon durchgeschobene Niet, mit einem sogenannten Nietenzieher (Anzug), welcher sich vom Nietstempel nur dadurch unterscheidet, daß im Mittelpunkte seiner kreisrunden Endfläche ein zylin drisches etwas tiefes Loch sich befindet, sodaß er über das hervorragende Niet aufgesetzt werden kann. Der ringförmige Rand um das Loch des Stempels drückt dann das Me tall zunächst am Umkreise des Nietes stark zusammen, wodurch das Niet selbst mehr her vortritt und so kurz als möglich niedergeklopft werden kann. Zuweilen vereinigt man Nietenzieher und Nietstempel zu einem einzigen Werkzeug. — Wenn bei Kesseln, welche aus Blechplatten zusammengenietet sind, ein luft- und dampfdichter Schluß der Fugen auch unter großem Druck erforderlich ist, wendet man als Nacharbeit das Verstemmen an; d. h. man treibt mittelst eines stumpfen Meißels und des Hammers die sich un vollkommen berührenden Metalltheile längs der Fugenlinien so scharf an einander, daß letztere gänzlich verschlossen werden. Man unterscheidet einfache Vernietung, wobei die Niete in einer Reihe nach einander folgen; und doppelte, wobei sie versetzt in zwei Reihen angeordnet sind. Die Festigkeit gegen Zerreißung soll durchschnittlich bei einfacher Vernietung = 0,56 und bei doppelter Vernietung = 0,70 von der Festigkeit des vollen (undurchlöcherten) Bleches sein; dagegen liegen auch Versuche vor, wonach man für den erstern Fall 0,80 setzen müßte und im letztern Falle die Festigkeit der Vernietung sogar jener des ganzen Bleches gleich wäre. — Statt die durch Nietung zu verbindenden

---

1) Technolog. Encyklopädie, VIII. 605.

2) Génie ind., T. 29, p. 333. — Polyt. Journ., Bd. 165, S. 183.

Bleche über einander zu legen, stößt man öfters deren Kanten stumpf gegen einander, bedeckt die Fuge äußerlich mit einem gehörig breiten Blechstreifen von derselben Dicke und nietet diesen mittelst zweier Reihen Nieten an beiden Theilen fest [1]): es entsteht hieraus zwar mehr Arbeit, aber dagegen der Vortheil einer ebenen Fläche auf der Innenseite und die Möglichkeit, streifenförmige Blechabfälle nützlich zu verwerthen.

Beim Nieten großer Gegenstände (wie z. B. großer Kessel u. dgl.) [2]), die man nicht so handhaben und wenden kann, daß jedes Niet über eine Unterlage gebracht wird, schlägt man das Niet von einer Seite her durch das Loch, während ein zweiter Arbeiter von der andern Seite den Nietstempel (Vorhalter) fest entgegenhält, um durch dessen Widerstand das hervordringende Ende des Nietes in die Form des Kopfes zusammenzustauchen. Man gibt dem Vorhalter die Form eines Hammerkopfes, einen hölzernen Stiel (an welchem er wie ein Hammer gehalten wird) und oft das 10- bis 15fache Gewicht der zum Zuschlagen gebrauchten Hämmer. Zur Beschleunigung und Erleichterung dieser beschwerlichen Arbeit wird oft eine Nietmaschine, Nietpresse (machine à river, *riveting machine*) angewendet, welche mittelst zweier Stempel von der bekannten Beschaffenheit schnell und geräuschlos wirkt. Der eine dieser Stempel steht fest und versieht die Stelle der Nietpfanne, der andere wird — gewöhnlich durch Dampfkraft — gegen das auszubreitende Ende des Nietes getrieben. Meistentheils empfängt der letztere seine Bewegung vermittelst eines Hebels, Hebelwerkes, Exzenter ꝛc., und zwar in horizontaler Richtung [3]) oder vertikal [4]). Besondere Einrichtungen werden zum Nieten von Röhren angewendet, in deren Innerem der Raum für einen gewöhnlichen Nietstempel fehlt [5]). — Man bringt auch wohl den beweglichen Nietstempel am Ende der Dampfkolbenstange direkt an, und erspart so jeden weiteren Mechanismus [6]); in ähnlicher Weise sind Nietmaschinen zum Betriebe durch Wasserdruck (hydraulische Presse) [7]) oder komprimirte Luft [8]) eingerichtet worden.

Ein starker Durchschnitt (S. 257), dessen man sich zum Ausstoßen der Nietlöcher bedient, kann dann sogleich als Nietmaschine gebraucht werden, nachdem man Drücker und Unterlage gegen die beiden Nietstempel ausgetauscht hat; und so gibt es umgekehrt Nietmaschinen, welche nebenbei oder nach Entfernung ihrer Stempel als Durchstoß anwendbar sind. Zur Verfertigung blecherner genieteter Röhren ist sogar eine Maschine erfunden worden, welche Röhrenziehbank, Lochmaschine und Nietmaschine zu gleichzeitigem Gebrauche in sich vereinigt [9]).

Beim Nieten der Dampfkessel durch Handarbeit können 4 Personen (2 Aufschläger, 1 Widerhalter und 1 Knabe zum Zutragen der glühenden Niete) in einer Stunde 20 bis 40 Niete von 18 bis 20 mm Stärke einsetzen und fertig machen; mit der Nietmaschine, von 3 Personen bedient, ist die Leistung 12 bis 15 Mal so groß, nämlich 360

---

[1]) Polyt. Centr. 1850, S. 459.

[2]) Armengaud, VIII. 174.

[3]) Le Blanc, Recueil IV. Planche 15; V. Pl. 53, 54. — Armengaud, I. 406. — Génie ind., T. 26, p. 266. — Jobard, Bulletin, I. 176. — Brevets, LXXI. 321; LXXX. 446. — Kronauer. Maschinen, I. Taf. 20. — Polyt. Centr. Neue Folge, II. (1843), S. 100; IV. (1844), S. 522; Jahrg. 1855, S. 1292, 1293; 1860, S. 1031; 1864, 289, 291. — Gewerbeblatt für Sachsen 1844, S. 519. — Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 403. — Polyt. Journ., Bd. 76, S. 29; Bd. 89, S. 3; Bd. 95, S. 3; Bd. 137, S. 248, 249.

[4]) Bulletin d'Encouragement 1845, p. 146. — Armengaud, IV. 233. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 21, 22. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 161.

[5]) Bulletin d'Encouragement XLIV., p. 235. — Armengaud, IV. 539. — Brevets, T. 85, p. 1. — Brevets 1844, T. VIII., p. 108, 115, 116, — Jobard, Bulletin, VIII. 47. — Génie ind., VII. 118.

[6]) Jobard, Bulletin, XI. 111. — Polyt. Journ., Bd. 103, S. 9. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 21. — Atlas III., Taf. 30.

[7]) Polyt. Journ., Bd. 105, S. 4. — Polyt. Centr. 1847, S. 1462. — Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 194.

[8]) Polyt. Centr. 1864, S. 1481. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 5.

[9]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1849, S. 665. — Brevets 1844, T. VIII., p. 153. Génie ind., VIII. 128. — Polyt. Centr. 1854, S. 1422.

bis 480 Stück in der Stunde. Es scheint, daß die auf der Maschine durch Druck gemachten Nietungen größere Haltbarkeit erwarten lassen, als die mit dem Hammer gefertigten; wenigstens ist beobachtet worden, daß im ersteren Falle die Textur der glühend gepreßten eisernen Niete keine Veränderung erleidet, wogegen unter dem Hammer sehr leicht ein krystallinisches grobkörniges Gefüge entsteht, zumal wenn das Hämmern noch fortdauert, nachdem die Niete fast die Glühhitze verloren haben.

Dem Nieten sind einige einfache Arbeiten verwandt, bei welchen ein metallener Stift oder Zapfen fest in ein dazu passendes Loch eingetrieben wird. Um z. B. einen Stift, den man nicht einlöthen oder einschrauben kann oder will, an einem Arbeitstücke zu befestigen, feilt man denselben schlank konisch zu und schlägt ihn mittelst des Hammers in das dazu gebohrte Loch ein, bis er fest sitzt. Ist das Arbeitstück so dünn, daß man ganz durchbohren kann, so schiebt man den Stift mit seinem Ende durch das Loch und treibt ihn noch durch vorsichtige Hammerschläge ein, worauf man das hervorragende dickere Ende abkneipt und verfeilt. Ein nützlicher Kunstgriff hierbei, um den Stift gut zu befestigen, besteht darin, daß man letzteren vor dem Eintreiben mit ein wenig Oel und fein gepulvertem Oelschleifstein versieht; der durch die Steinstäubchen hervorgebrachte Grad von Rauhigkeit vermehrt die Reibung im Loche und verhindert besser das Losgehen des Stiftes. — Zuweilen besitzen gegossene oder geschmiedete Arbeitstücke auffallende aber nicht sehr große unganze Stellen oder gar Grübchen, welche man des besseren Aussehens wegen nicht dulden will, ohne doch das Stück zu verwerfen. In solchem Falle bohrt man an der fehlerhaften Stelle ein Loch und füllt dieses mit einem hineingehämmerten Stifte aus, von dem man nicht leicht eine Spur wieder sieht, wenn darüber gefeilt wird. — Bei manchen verzierten Gegenständen geringerer Art (z. B. unechten Schmucksachen), wo die Zusammenfügung von Bestandtheilen durch Nieten nicht wohl ohne Gefahr für das Ganze ausführbar ist und man sie auch durch Löthen nicht bewerkstelligen kann oder will, werden Drahtstiftchen an dem einen Theile festgelöthet, durch Löcher des anderen gesteckt und hinterhalb des letztern nur rechtwinklig umgebogen, wonach dann nöthigenfalls die Verbindung wieder auseinandergenommen werden kann. Man nennt dies Verfahren das Aufstiften.

III. Das Einsprengen, Aufziehen und Aufpressen.

Soll ein metallener Ring im Innern eines Hohlzylinders oder auf einem Massivzylinder bleibend befestigt werden, so kann man unter Benutzung der Volumensänderungen, welche ein Körper durch Erhitzung und durch Abkühlung erleidet, in sehr einfacher Art zum Ziele kommen. Ist z. B. ein Stahlring im Innern eines bronzenen Hohlzylinders zu befestigen, so dreht man ihn auf der Außenseite nur so weit ab, daß sein Durchmesser denjenigen der Höhlung um einen gewissen kleinen Betrag (1/10 Prozent) übertrifft, vorausgesetzt, daß beide Theile gleiche Temperatur haben; hierauf erhitzt man den Hohlzylinder so stark, daß der Stahlring hineingeschoben werden kann, bringt denselben in die richtige Lage und läßt den Zylinder erkalten; die hierbei eintretende Verminderung der Dimensionen führt den Erfolg herbei, daß der erwähnte Stahlring an seinem ganzen Umfang fest eingeklemmt ist. Man nennt diese Operation das Einsprengen.

Bei dem Aufziehen wird in entsprechender Art ein Ring auf einem Massivzylinder befestigt, indem man die Innenseite des Ringes nur soweit ausdreht, daß derselbe erst nach beträchtlicher Erhitzung auf den Zylinder aufgeschoben werden kann; die nachfolgende Abkühlung bewirkt alsdann eine kraftvolle Verminderung des Ringdurchmessers, daher eine entsprechende Anspannung des Ringes und Aufpressung desselben auf den Zylinder.

Das Aufziehen spielt eine wichtige Rolle bei der Herstellung aller Wagenräder und dient hier allgemein zur Befestigung des Radreifens (Bandage, Spurkranzreifen, Tyre bei den Eisenbahnwagen) auf dem Radkörper. Der Betrag, um welchen der Radreifdurchmesser kleiner ausgeführt werden muß, als der Durchmesser des Radsternes (das Schrumpfmaß), wird bei Stahl zu 0,6 bis 1,0 ^{mm}, bei Schmiedeisen zu 1,0 bis 1,5 ^{mm} pro Meter Durchmesser angenommen. Wählt man das Schrumpfmaß zu groß, so läuft man Gefahr, die Elasticitätsgrenze des Radreifens zu überschreiten

und der Bruchgrenze so nahe zu kommen, daß (namentlich in kalter Jahreszeit) ein Zerspringen der Bandage veranlaßt werden kann.

Zur Ausführung der vorbezeichneten Operation bei den Eisenbahnwagenrädern wird der Radreif in besonderen kreisförmigen gut geheizten Flammöfen gleichmäßig angewärmt; hierbei ist eine Zeit von 5—7 Minuten vollständig ausreichend, um denselben bis zu leichtem Anlaufen ins Dunkelblaue (300° C) zu erwärmen und einen lichten Durchmesser von 862 mm um 2 mm zu vergrößern. Eine stärkere Erhitzung darf nicht angewendet werden; denn sobald eine Bandage eine nur im Mindesten sichtbare Rothglühhitze bekommt und in diesem Zustande in Wasser abgekühlt wird, so schrumpft sie unter ihr ursprüngliches Maaß zusammen, wodurch eine übermäßige Spannung eintritt. Nach dem Erwärmen wird die Bandage mit dem Spurkranz nach oben in einen runden Kühlbottig gelegt, während das Rad oder die mit beiden Radsternen versehene Achse an einem Krahn so aufgehängt ist, daß sie mit Leichtigkeit in jede erforderliche Lage zu bringen sind; man senkt den Radstern oder die Radscheibe in die durch Erwärmung erweiterte Bandage ein und kühlt hierauf letztere mit Wasser ab. Bandagen von Puddel- und Gußstahl müssen langsam, ohne Zuhülfenahme von Wasser abkühlen, da sie sonst eine zu große Härte erlangen würden. Zur größeren Sicherung gegen Losgehen werden die Bandagen endlich noch durch Niete oder Schraubenbolzen mit dem Radkörper verbunden.

Um eine Schraubenmutter auf sehr sichere Art am Losgehen zu hindern, dreht man dieselbe äußerlich kreiszylindrisch ab, schneidet die Wandung an einer Stelle radial durch, schraubt sie fest auf und legt alsdann einen passend großen schmiedeisernen oder stählernen Ring warm auf (Befestigung des Kolbens an der Kolbenstange bei Dampfhämmern).

Das Aufziehen der Radreifen auf hölzerne Wagenräder ist neuerdings ohne Erhitzung ausgeführt worden, indem man den Reifen soweit ausdreht, daß er schon bei gewöhnlicher Temperatur auf das Rad geschoben werden kann, und ihn nun mittelst eines umgelegten sehr stark angespannten Stahlbandes durch Kompression auf einen um soviel kleineren Durchmesser bringt, daß er genügend festsitzt; die erforderliche starke Anspannung jenes Stahlbandes wird mittelst Schraubengetriebe und Rädervorgelege, auf welches die Kraft eines Arbeiters oder elementare Betriebskraft einwirkt, hervorgebracht. Das Verfahren eignet sich zur fabrikativen Herstellung der Räder und gewährt den Vortheil, daß die Radfelgen nicht durch die Hitze des Eisens gebräunt werden.

Auch die Befestigung der Eisenbahnwagenräder auf ihre Achsen geschieht jetzt allgemein durch Aufziehen in kaltem Zustande, richtiger durch Aufpressen; man dreht die Nabe des Rades zylindrisch oder schlank kegelförmig aus (Anlauf etwa $^1/_{450}$) und schiebt das Rad unter Anwendung einer Schraubenpresse oder einer hydraulischen Presse auf die zu passendem (etwas größerem) Durchmesser abgedrehte Achse. Sollen die Räder ohne Zuhülfenahme anderweiter Befestigungsmittel (Keile, Schrauben) in einem für den Fahrdienst der Eisenbahnen genügenden Maße festsitzen, so muß der hierbei aufzuwendende Druck einen gewissen ziemlich hohen Betrag (40000 bis 60000 kg) erreichen, auch während des Aufpressens eine regelmäßige Zunahme zeigen [1]).

IV. Das Löthen (souder, *soldering*) [2]).

Unter Löthen wird dasjenige Verfahren verstanden, durch welches Metallflächen gleicher oder verschiedener Art mittelst eines anderen, im geschmolzenen Zustande zwischen dieselben gebrachten, nachher erstarrten Metalles verbunden werden. Das auf solche Weise zur Verbindung angewendete Metall (das Loth, soudure, *solder*) darf, aus einem leicht begreiflichen Grunde, in keinem Falle zum Schmelzen eine höhere Hitze erfordern, als das leichtflüssigste von den zu vereinigenden Stücken; es

---

[1]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 221.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX., S. 443. Artikel: Löthen. — Die Löthkunst. Von Chr. Fr. G. Thon. Weimar 1844. (137. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Praktische Anweisung zum Löthen der unedlen Metalle. Von A. E. Bruckmann. Heilbronn 1834. — Holzapfel, I. 432.

ist vielmehr in den meisten Fällen bedeutend schmelzbarer, wiewohl in dieser Beziehung viele Abstufungen Statt finden. Die Schönheit verlangt bei manchen Arbeiten, daß die Farbe des Lothes so wenig als möglich verschieden sei von der Farbe des Metalles; doch verzichtet man hierauf in solchen Fällen, wo die wichtigere Rücksicht der Festigkeit jenem Zwecke im Wege steht. Das Löthen ist in Betreff der Metallarbeiten gleichsam das, was die Verbindung durch Zusammenleimen bei den Gegenständen aus Holz.

Wenn durch Löthung (soudure) eine feste Verbindung hervorgebracht werden soll, so muß das Loth nicht nur in sich selbst eine gewisse Festigkeit besitzen, sondern auch mit gehöriger Kraft an den verbundenen Metallflächen haften. Dieses Anhaften beruht auf zwei Gründen: Einerseits hängt sich ein flüssiges und gehörig erhitztes Metall an ein anderes, nicht geschmolzenes, durch die Adhäsion an, etwa wie Wasser an jene Körper, welche davon benetzt werden, und wenn nachher das geschmolzene Metall erstarrt, bleibt es mehr oder weniger fest hängen. Andererseits geht, an der Berührungsstelle zwischen dem Lothe und dem gelötheten Metalle, das erstere mit dem letzteren eine Legirung ein und schmilzt in der That oberflächlich mit demselben zusammen. Je mehr chemische Verwandtschaft das Loth zu dem Gelötheten hat und je größer die angewendete Hitze ist, also je näher der Schmelzpunkt des Lothes dem des gelötheten liegt: desto fester ist die Verbindung, weil in desto höherem Grade jene innige, von der bloßen Adhäsion verschiedene Vereinigung erfolgt. Daraus erklärt sich z. B., daß eine mit Zinnloth (s. unten) ausgeführte Löthung auf Zink fester hält, als unter übrigens gleichen Umständen auf Messing oder Eisen.

Die Lothe zerfallen in zwei Klassen, nämlich a) solche, welche bei geringer Hitze schmelzen, aber keine große Festigkeit besitzen: Weichloth, Schnell-Loth, Weißloth, Zinnloth (weil Zinn einen Hauptbestandtheil davon ausmacht), soudure tendre, *soft solder, tin solder;* — b) solche, welche eine festere Verbindung geben, aber eben darum eine größere Hitze (schwächeres oder stärkeres Glühen) zum Schmelzen erfordern: Hartloth, Strengloth, Schlagloth (weil die damit gelötheten Gegenstände mehr oder weniger das Biegen und Schlagen mit dem Hammer aushalten, ohne sich zu trennen), soudure forte, *hard solder.* Hiernach unterscheidet man das Löthen selbst in Weichlöthen (soudure tendre, soudure, *soft soldering)* und Hartlöthen (soudure forte, braser, brasure, *hard soldering, brazing, brazeing).* Leichtflüssige Metalle, wie Zinn, Blei, Zink, können natürlich nur mit Weichloth gelöthet werden. Im Einzelnen sind die Lothe vorzüglich folgende:

a) Weichloth:

1) Zinn, ohne Zusatz, taugt zwar zum Löthen von Eisen (mit Ausnahme des Gußeisens), Kupfer, Messing, Zink, Blei, Gold, Silber, wird jedoch zu diesen Zwecken wenig angewendet, weil es nicht leichtflüssig und dünnschmelzend genug ist. Dagegen können es die Zinngießer beim Löthen der Gegenstände aus reinem Zinn nicht entbehren. In den gewöhnlichen Fällen versteht man, wenn vom Löthen mit „Zinn" die Rede ist, unter letzterem bleihaltiges Zinn (das sogleich folgende Schnell-Loth).

2) Gewöhnliches Schnell-Loth, eine Mischung aus Blei und Zinn, zum Löthen des verzinnten Eisenbleches, des Kupfers und Messings, des Zinns, des Zinkes, des Bleies u. s. w. Man setzt es in verschiedenen Verhältnissen zusammen, aber es ist im Allgemeinen desto besser, je weniger Blei es enthält. Sehr oft nimmt man gleiche Theile von beiden Metallen, nicht selten 2 bis 2½ Theile Zinn auf 1 Theil Blei, manchmal dagegen 2 Theile Blei auf 1 Theil Zinn; am besten aber 5 Theile Zinn auf 3 Theile Blei, welche Mischung das dünn- und leichtflüssigste Loth gibt. Annähernd von dieser Zusammensetzung bekommt man es, wenn man gleich viel Zinn und Blei zusammenschmelzt, zum Erkalten hinstellt und nach einiger Zeit von dem zuerst erstarrten Theile das noch Flüssige abgießt und zum Gebrauche aufbewahrt (sogenanntes Sicherloth, richtiger wohl Sickerloth, weil es aus der halb erstarrten körnig-breiartigen Masse heraussickert, vergl. S. 41).

Schmelzpunkte der hier in Betracht kommenden Zinn-Blei-Legirungen:

10 Theile Zinn mit	20 Theilen Blei	. . .	240° C.	(starkes Schnell-Loth)
10 „ „ „	15 „ „	. . . .	223 „	
10 „ „ „	10 „ „	. . . .	200 „	

10 Theile Zink mit	6 Theilen Blei	. . .	181° C.	(schwaches Schnell-Loth)
10 „ „ „	5 „ „	. . .	185 „	
10 „ „ „	4 „ „	. . .	190 „	

Gutes Schnell-Loth muß, ausgegossen und erkaltet, viele krystallinische Blumen und glänzende rundliche Flecken auf einem mattweißen Grunde zeigen; ist dies nicht der Fall, so fehlt es an der gehörigen Menge Zinn. — Zum Löthen des Zinkes ist ein wenig bleihaltiges Zinn jedenfalls vorzuziehen (Zinkloth).

3) Wismuthloth, aus zwei bis acht Theilen gewöhnlichem Schnell-Loth und einem Theile Wismuth zusammengeschmolzen, wird bei sehr geringer Hitze flüssig und bricht leicht, sollte deshalb nur dort angewendet werden, wo es unentbehrlich ist, nämlich zum Löthen des stark bleihaltigen, daher sehr leichtflüssigen Zinnes.

Um es zu bereiten, kann man zuerst reines Zinn mit einem gleichen Gewichte Blei zusammenschmelzen und dann die veränderliche Menge Wismuth beifügen.

Es schmilzt die Mischung von

4 Zinn,	4 Blei,	1 Wismuth	bei 160° C.
3 „	3 „	1 „	„ 155 „
2 „	2 „	1 „	„ 145 „
1 „	1 „	1 „	„ 124 „

b) Hartloth:

1) Gußeisen kann als Loth für geschmiedetes Eisen angewendet werden, wird aber seiner Strengflüssigkeit und Sprödigkeit halber gewöhnlich nicht gebraucht.

2) Kupfer (ohne Zusatz), Kupferloth, ist das beste Mittel, um Eisen mit Eisen (sei es geschmiedet oder gegossen) zusammenzulöthen. Seine hohe Schmelzhitze hat eine feste Verbindung zur Folge und seine natürliche Dehnbarkeit und Zähigkeit beseitigt die Gefahr des Brechens, wenn die gelötheten Gegenstände Gewalt erleiden.

Eine Legirung aus 5 Th. Kupfer und 1 Th. Blei eignet sich sehr gut zum Löthen des Kupfers, mit dem es in der Farbe gut übereinstimmt; sie schmilzt leicht, bindet fest und hält Hammerschäge aus.

3) Messing-Schlagloth (*brass solder, spelter-solder*) dient sehr allgemein zum Löthen von Eisen, Stahl, Kupfer und Messing; für letztere beiden ist es unentbehrlich. Im Allgemeinen ist dieses Schlagloth nichts als ein leichtflüssiges, nämlich sehr zinkhaltiges Messing, welchem zuweilen Zinn zugesetzt wird. Je mehr es Zink enthält, bei desto geringerer Hitze kann man damit löthen, aber desto spröder ist es und desto mehr geht die Farbe desselben in das Graugelbe oder Gelblichgraue über. Durch eine etwas bedeutende Menge Zinn wird es grauweiß, leicht- und dünnflüssig, aber so spröde, daß damit gelöthete Gegenstände beim Biegen oder beim Ablöschen im Wasser an der Löthstelle aufreißen.

Man unterscheidet nach der Farbe das Schlagloth in gelbes (das strengflüssigste), halbweißes und weißes (*white solder, button solder*). Zum Löthen von Messing darf das Loth niemals so strengflüssig sein, als man es auf die schwerer schmelzbaren Metalle anwenden kann und oft wirklich anwendet. So dient in manchen Fällen zum Löthen des Eisens und Kupfers gewöhnliches Messing ohne weitern Zink-Zusatz (Messingloth), oder gar noch mit einer Beimischung von Kupfer.

Bewährte Mischungen zu verschiedenen Sorten Schlagloth sind die folgenden:

a) Gelbes. Sehr strengflüssiges und zähes, zum Gebrauch auf Eisen, Stahl, Kupfer und Messing (nur nicht Gußmessing, welches meist zinkreicher und daher schmelzbarer ist): 7 Theile Messingblechschnitzel, 1 Th. Zink. — Strengflüssiges: 3 bis 4 Messingblechschnitzel, 1 Zink. — Leichtflüssiges, hauptsächlich zum Löthen der Messingarbeiten: 5 Messing, 2 bis 5 Zink.
b) Halbweißes: 12 Messing, 4 bis 7 Zink, 1 Zinn; oder: 22 Messing, 10 Zink, 1 Zinn (nahe entsprechend 16 Kupfer, 16 Zink, 1 Zinn).
c) Weißes: 20 Messing, 1 Zink, 4 Zinn; oder: 11 Messing, 1 Zink, 2 Zinn; oder: 4 Messing, 1 Zinn (nahe übereinstimmend mit 3 Kupfer, 1 Zink, 1 Zinn); oder: 6 Kupfer, 4 Messing, 10 Zinn (= etwa 44,5 Kupfer, 5,5 Zink, 50 Zinn).

Die leichtflüssigsten Sorten Schlagloth (z. B. aus gleichen Theilen Messing und Zink) werden von manchen Arbeitern Schnell-Loth genannt, weil sie — vergleichungs-

weise gegen die mehr kupferreichen Zusammensetzungen — schnell zum Flusse kommen man muß sich aber hüten, dieselben mit dem Zinnlothe (S. 388) zu verwechseln. — Besondere Zähigkeit besitzt eine Zusammensetzung aus 18 Messing, 4 Zink, 1 fein Silber sodaß hiermit z. B. Röhren aus Messingblech gelöthet werden können', welche nachher das Ziehen (S. 214) ohne Beschädigung der Löthung aushalten.

4) **Argentan-Schlagloth**, zum Löthen des Argentanes; eine Zusammensetzung aus Argentan und Zink, z. B. 5 Theile von ersterem, 4 Theile von letzterem — Argentan für sich, ohne weitern Zink-Zusatz, eignet sich sehr gut zum Löthen feiner Eisen- und Stahlwaren, wobei es den Vortheil gewährt, daß man wegen der geringen Verschiedenheit der Farbe die Löthstellen fast nicht bemerkt.

5) **Silber-Schlagloth, Silberloth** *(silver solder)*, welches beim Löthen der Silberarbeiten, außerdem aber auch bei feinen Arbeiten von Messing, Kupfer, Stahl und Eisen (auch Gußeisen) gebraucht wird. Es ist im Allgemeinen eine Zusammensetzung von Silber und Kupfer, welcher gewöhnlich Zink oder Messing beigemischt wird, wodurch sie besser fließt. Wenn das Zink fehlt oder nur in geringer Menge (nicht über ein Sechstel des Ganzen) da ist, so hat das Silberloth den Vorzug vor dem Messing-Schlaglothe, daß es ganz dehnbar ist, daher jede beliebige Biegung und Bearbeitung der gelötheten Gegenstände gestattet.

Nähere Angaben über die Zusammensetzung des Silberlothes:

a) **Härtestes Silberloth**: 4 fein Silber, 1 Kupfer.

b) **Hartes Silberloth** (zum ersten Löthen): 4 bis 9 Theile fein Silber, 3 Th. Messing; oder: 19 fein Silber, 1 Kupfer, 10 Messing; oder: 20 fein Silber, 1 Kupfer, 9 Messing; oder: 28 fein Silber, 2 Kupfer, 10 Messingdraht. — Hier beträgt der Zinkgehalt zwischen 6 und 11 Prozent des Ganzen und das Kupfer ein Viertel bis etwa zur Hälfte des Silbers; Zink und Kupfer zusammen ein Drittel bis drei Viertel des Silbers.

c) **Weiches Silberschlagloth** (zum **Nachlöthen**, d. h. abermaligen Löthen solcher Gegenstände, an welchen bereits gelöthete Stellen vorhanden sind): 2 fein Silber, 1 Messingdraht; oder 1 Th. fein Silber, 1 Messing; oder: 16 bis 21 Th. zwölflöthiges Silber, 3 Th. Zink; oder: 3 fein Silber, 2 Kupfer, 1 Zink; oder: 7 fein Silber, 3 Kupfer, 2 Zink. — Der Zinkgehalt schwankt zwischen 9 und 17 Prozent; das Kupfer steigt von ein Drittel bis auf drei Viertel der Silbermenge; Zink und Kupfer zusammen kommen dem Silbergehalte gleich, oder betragen mindestens die Hälfte desselben. Wegen der Leichtflüssigkeit und des geringeren Silbergehaltes wird bei geringeren Arbeiten ein weiches Loth auch dann angewendet, wenn keine Löthungen vorausgegangen sind, welche dessen Gebrauch geradezu erfordern.

d) Sehr leichtflüssiges (dagegen weniger geschmeidiges) Silberschlagloth zu ganz geringer Arbeit: 5 fein Silber, 6 Messing, 2 Zink — was ungefähr so viel ist wie 15 Silber, 13 Kupfer, 11 Zink, wonach ein Zinkgehalt von etwa 28 Prozent sich ergibt. —

Zum Löthen kleiner und feiner Gußeisen-Gegenstände wird die schon unter c) angeführte Legirung aus gleich viel Messing und fein Silber als besonders brauchbar empfohlen. Ein hellgelbes, zu der Verfertigung messingener Musik-Instrumente sehr geeignetes Loth erhält man aus 2 Feinsilber, 3 Kupfer, 1 Zink. Zum Löthen auf Stahl und Eisen bedient man sich nicht selten des zwölflöthigen Silbers (3 Theile Silber 1 Theil Kupfer) ohne Zinkzusatz: oder des geringhaltigen Scheidemünzsilbers, indem man die Münzstücke ohne Weiteres zu dünnen Streifen auswalzt. Die preußischen und hannoverschen Groschen z. B. (0,220 fein = 11 Silber auf 39 Kupfer) sind hierzu brauchbar. Andererseits erhält man durch Zusammenschmelzen von gleich viel Feinsilber und Zink ein Loth, welches an sich zwar sehr spröde ist, aber diesen Fehler ziemlich verliert, indem es durch das Schmelzen an der Löthstelle Kupfer oder Silber aufnimmt, daher es zum Löthen von Kleinigkeiten aus Silber oder Messing wohl taugt.

6) **Feines Gold** dient nur zum Löthen von Gegenständen aus Platin.

7) **Gold-Schlagloth, Goldloth**, zum Löthen der Goldarbeiten und zuweilen auch feiner Stahlwaren. Je stärker das Gold legirt ist, desto schmelzbarer ist es, und desto leichtflüssiger muß also das Loth sein. Im Allgemeinen ist das Goldloth eine Zusammensetzung aus Gold, Silber und Kupfer; soll es sehr leichtflüssig sein, so setzt man ihm wohl etwas Zink zu; dagegen läßt man zuweilen selbst das

Kupfer weg und gebraucht eine bloß aus Gold und Silber (z. B. gleichen Theilen von beiden) bestehende Mischung. Rücksicht erfordert jedenfalls die Farbe des Lothes, welche durch wechselnde Verhältnisse von Silber und Kupfer regulirt werden muß, damit sie jener des zu löthenden Goldes thunlichst nahe kommt.

Bewährte Vorschriften zu Goldloth sind folgende:

a) Auf 22karatige Goldarbeiten: 24 Th. 22karatiges Gold, 2 Th. fein Silber, 1 Th. Kupfer.

b) Auf 18karatige Goldarbeiten und zwar hartes Goldloth (zum ersten Löthen): 9 Th. 18karat. Gold, 2 Th. Feinsilber, 1 Th. Kupfer; 4 Th. 18karat. Gold, 1 Th. Feinsilber, 1 Th. Kupfer; 24 Th. 18karat. Gold, 2 Th. fein Silber, 1 Th. Kupfer; — weiches (leichtflüssiges) Goldloth zum Nach- oder Auslöthen, d. h. zu späteren Löthungen an Gegenständen, welche schon mit dem vorstehenden oder einem ähnlichen Lothe gelöthet sind: 12 Th. 18karat. Gold, 7 Th. Feinsilber, 3 Th. Kupfer.

c) auf 16karatige Arbeit: 24 Th. 16karat. Gold, 10 Theile fein Silber, 8 Theile Kupfer.

d) Auf Arbeiten, welche 14karatig oder feiner sind: 16 Feingold, 9 Feinsilber, 8 Kupfer. Werden dergleichen Gegenstände gefärbt (wovon später), so vergrößert man gern die Menge des Silbers und nimmt z. B. 10 Feingold, $9^1/_4$ Feinsilber, $4^3/_4$ Kupfer.

e) Auf 14karatige Arbeit: 3 Theile 14karatiges Gold, 2 Theile Feinsilber, 1 Theil Kupfer.

f) Zu Gegenständen, deren Gehalt geringer als 14 Karat ist: 8 Feingold, $10^1/_2$ Feinsilber, $5^1/_2$ Kupfer; oder: 1 Feingold, 2 Feinsilber, 1 Kupfer; oder: 1 Feingold, 1 Feinsilber, 2 Kupfer; oder: 2 Feingold, 9 Feinsilber, 5 Kupfer, 1 Zink; oder: 10 Th. 14karat. Gold, 5 Th. Feinsilber, 1 Th. Zink. Die letztgenannte Zusammensetzung eignet sich auch zum Löthen des gelben Goldes (S. 67), da sie selbst — wegen des sehr geringen Kupfergehaltes bei Anwesenheit von Zink — eine hellgelbe Farbe besitzt. (Zinkhaltiges Loth wird beim Färben der Goldwaren schwarz, ist also bei Artikeln, welche gefärbt werden, unzulässig.)

g) Emaillirloth (zum Löthen von Goldwaren, welche später emaillirt werden, wobei dieselben eine starke Hitze auszuhalten haben): 16 Th. 18karat. Gold, 3 Th. Feinsilber, 1 Th. Kupfer; oder ganz strengflüssiges: 37 Th. Feingold, 9 Th. Feinsilber. —

Jedes Loth muß zum Behufe der Anwendung in eine geeignete Gestalt gebracht werden. Die Arten des Weichlothes gießt man in einem eisernen Eingusse zu Stäbchen oder auf einem flachen Steine zu unregelmäßigen Platten. Um Weichloth zu feinen und zarten Löthungen anzuwenden, zerschneidet man es mit der Schere in kleine viereckige Stückchen oder kurze und schmale Streifchen. Zinn wendet man in einzelnen Fällen als Folie (Staniol, S. 162) an, aus welchem man Theile von der erforderlichen Größe schneidet. — Die Arten des Hartlothes verlangen eine verschiedene Behandlung, je nachdem sie spröde oder dehnbar sind. Gußeisen, wenn es ja zuweilen als Loth für schmiedeiserne Gegenstände gebraucht wird, löscht man glühend in Wasser ab, wodurch es sehr spröde wird, und stößt es dann zu grobem Pulver. Messing- und Argentan-Schlagloth gießt man geschmolzen aus dem Tiegel in einem dünnen Strahle auf einen unter Wasser schnell und stoßweise bewegten Besen von Birkenreisern. Es wird dadurch gekörnt, d. h. in lauter kleine Theile verwandelt, welche meist ungefähr den Umfang eines Hirsekornes haben. Aus dem Wasser genommen, wird das Loth gesiebt, um die größeren Körner abzusondern, welche man hierauf im gußeisernen Mörser zerstößt oder wieder einschmelzt. Man kann auch das Schlagloth in Stäbchen gießen, diese rothglühend (wo sie sehr spröde sind) im Mörser zerstoßen und das Pulver durch mehrere Siebe von verschiedener Feinheit sortiren. Die dehnbaren Arten des Schlaglothes, nämlich das Silberloth, das feine Gold und das Goldschlagloth, werden in einem eisernen Eingusse zur Form einer kleinen Stange gegossen, welche man platt aushämmert und dann unter einem Walzwerke zu dünnem Bleche streckt. Hiervon schneidet man zum Gebrauch mit einer Blechschere kleine länglich-viereckige Schnitzel ab, welche Paillen (paillons) genannt werden. Auch das Kupfer wird in Blechstückchen zum Löthen angewendet. Gold- und Silber-

Schlagloth werden bei sehr zarten Löthungen, wo ganz kleine Lottheilchen nöthig sind, in Gestalt von Feilspänen gebraucht.

Zum guten Gelingen einer Löthung ist erforderlich:

a) Daß die zu vereinigenden Flächen völlig metallisch und frei von Oxyd sowie von allem Schmutze seien.

Man feilt, schabt, kratzt oder beizt sie daher unmittelbar vor dem Löthen ab (Anfrischen) und hütet sich, dieselben lange der Luft auszusetzen oder mit den Fingern zu berühren. Eine unreine Löthstelle nimmt das Loth schlecht oder gar nicht an.

b) Daß die Luft während des Löthens von der Löthstelle abgehalten werde, um eine Oxydation des heißen Metalles zu vermeiden, da oxydirte Flächen sich nicht mit dem Lothe verbinden.

Dies ist der Grund, warum man die Löthstelle mit einem Körper bedeckt, der die Luft ausschließt und oft zugleich noch den Nutzen hat, Schmutz- oder Oxydtheile, welche etwa vorhanden sind, aufzulösen. Bei groben Arbeiten, welche in starker Hitze gelöthet werden, umkleidet man die Löthstelle mit Lehm; bei feineren Gegenständen gebraucht man zum Weichlöthen Kolophonium, Terpentin, auch Salmiak mit Wasser oder Öl, manchmal Baumöl allein, sehr häufig das sogenannte Löthwasser (eine gesättigte und bis zur öligen Konsistenz abgedampfte Lösung von Zink in Salzsäure, also salzsaures Zink oder Chlorzink; auch Chlorzink-Chlorammonium, zu dessen Bereitung man entweder Zink in der gerade nöthigen Menge konzentrirter Salzsäure auflöst und dann Salmiak, soviel wie das Zink gewogen hat, zusetzt, oder in einem Gemisch von 1 L vorstehender Zinklösung und 1 L Wasser 300 g Salmiak auflöst); — zum Hartlöthen Borax, auch andere schmelzbare Salze ꝛc. (Cyankalium, eine Auflösung der Phosphorsäure in Alkohol sind vorgeschlagen); zuweilen Glaspulver.

c) Daß die zu vereinigenden Theile an der Stelle, welche vom Lothe ausgefüllt werden soll (an der Löthfuge), gehörig einander genähert bleiben, während das Loth schmilzt.

Wenn daher bloßes Aufeinanderlegen oder Zusammenstecken der Stücke nicht hinlänglich ist, so muß man dieselben mit einer Zange fest an einander halten oder mit geglühtem Eisendrahte (Bindedraht, *binding-wire*) umwickeln und zusammenbinden, oder mit kleinen Drahtstiften flüchtig zusammennieten u. dgl. Bei einer gut ausgeführten Löthung ist die Löthfuge schmal und wenig sichtbar.

d) Daß die Theile an der Verbindungsstelle eine der festen Vereinigung günstige Gestalt und gegenseitige Lage haben.

Eine Löthung zwischen stumpf an einander stoßenden Kanten z. B. wird weniger haltbar, als bei einem Uebereinanderlegen oder Verschränken der Kanten (Zusammenschränken). Bei blechernen Röhren oder dgl. schneidet man deshalb oft die eine der Kanten an mehreren Punkten (in Abständen von 25 mm, mehr oder weniger) mit der Schere auf einige Millim. tief ein, biegt die zwischen den Schnitten liegenden Theile derselben wechselweise nach entgegengesetzten Seiten ein wenig auf, schiebt die andere Kante dazwischen ein und hämmert das Ganze dicht zusammen. Wo ein Doppeltliegen der Blechränder nicht zulässig ist, schneidet man an der einen Kante schwalbenschwanzförmige Zacken und an der andern entsprechende Kerben aus, die in einander gehängt werden. Der Boden eines blechernen Gefäßes wird nicht flach vor- oder eingelöthet, sondern am Rande umgekrempt (gebördelt, S. 379) und aufgeschoben. Innerlich verzinnte Bleiröhren werden an den Enden durch Eintreiben eines stählernen Dornes trichterförmig erweitert und durch Einlöthung eines passend gestalteten stark verzinnten Hülfsstückes von Messing vereinigt[1].

e) Daß das Loth zweckmäßig und nicht im Uebermaße angebracht werde.

Es muß Gelegenheit finden, beim Schmelzen in die Löthfuge einzudringen und dieselbe auszufüllen, ohne in sehr bemerkbarer Menge die Oberfläche außerhalb der Fuge zu verunreinigen.

f) Daß bei hohlen Gegenständen stets der Luft ein Ausgang aus dem Innern gelassen werde, weil dieselbe sonst, durch ihr Bestreben sich in der Hitze auszudehnen, die vollständige Anhaftung des Lothes verhindert.

---

1) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 165.

Einer hohlen Kugel, die aus zwei Hälften zusammengelöthet wird, einem vertieften Gegenstande, über dessen Einsenkung ein flacher Boden aufgelöthet werden soll u. s. w., muß man daher jedes Mal an einer passenden, nicht in die Augen fallenden Stelle ein kleines Loch geben.

g) Daß eine zum vollkommenen Schmelzen des Lothes hinlängliche und rasche Hitze angewendet werde. Die Erhitzung geschieht theils so, daß das ganze Arbeitstück, theils so, daß nur eben die Löthstelle der unmittelbaren Wirkung des Feuers oder eines heißen Körpers ausgesetzt wird. Die Größe und Gestalt der zu löthenden Gegenstände, sowie die Beschaffenheit des Lothes und die größere oder geringere Ausdehnung der Lothfuge, macht verschiedene Mittel für diesen Zweck nothwendig. Sie sind folgende:

1) Erhitzung in freiem Kohlenfeuer, eine nur beim Hartlöthen und bei nicht ganz kleinen Gegenständen anwendbare Methode.

2) Erhitzung auf einer eisernen Platte (durch unter derselben angebrachtes Feuer) oder in einem Gefäße, wenn viele kleine Gegenstände auf ein Mal gelöthet werden müssen, deren Behandlung einzeln zu viel Arbeit und Zeit in Anspruch nehmen würde.

So löthet man die Kleiderknöpfe (zur Befestigung der Öhre) auf einer Platte liegend. Eisendrahtstifte, an welchen Blechscheibchen als Köpfe befestigt werden sollen, giebt man — nachdem letztere aufgesteckt sind — nebst einer genügenden Menge Schlagloth in eine Büchse, welche zum Glühen erhitzt und sammt dem Inhalte geschüttelt wird, wobei das geschmolzene Loth nicht nur die Löthfugen füllt, sondern zugleich auch die kleinen Gegenstände gänzlich überzieht.

3) Erhitzung über der frei brennenden Flamme eines Lichtes oder einer Lampe (besonders einer Spiritus-Lampe, da diese keinen Ruß auf die Gegenstände absetzt). Anwendbar bei kleinen Gegenständen, welche mit Zinnloth verbunden werden.

4) Erhitzung mittelst einer durch das Löthrohr angeblasenen Licht- oder Lampenflamme. Wenn ein dünner Luftstrom in eine Licht- oder Lampenflamme (man bedient sich hierzu gewöhnlich einer einfachen Öl- oder Talglampe, besser einer Öllampe mit konstantem Niveau[1]), auch wohl einer Spirituslampe)[2]), geleitet wird, so hat man es nicht nur in seiner Gewalt, die Spitze der Flamme auf einen beliebigen Punkt, wo die Löthung Statt finden soll, hinzulenken, sondern es wird auch — indem die in die Flamme geblasene Luft das Verbrennen befördert — eine so bedeutende Hitze entwickelt, daß kleine Löthungen mit allen Arten Hartloth eben so gut wie mit Weichloth vorgenommen werden können. Der zu löthende Gegenstand wird dabei entweder auf ein Stück Holzkohle gelegt, oder mit einer Zange (wenn er groß ist, in freier Hand) gehalten. Sehr bequem ist für manche Arbeiten eine kleine Löthzange (*hawk-bill, hawk-bill plyer*)[3]), deren Maul aus einem flachen geraden und aus einem dünnen bogenförmigen Theile besteht, von welchen der letztere mit seinem Ende den ersten fast nur in einem Punkte berührt, um der Flamme freien Zugang zu lassen. Wenn man zu fürchten hat, daß die von der Löthstelle etwas entfernten Theile des Arbeitstückes durch die sich ihnen mittheilende Hitze Schaden leiden möchten, ist es gut, dieselben in nassen Sand zu stecken; doch darf dieser nicht zu nahe an die Löthstelle reichen, weil er sonst die gehörige Erhitzung der letztern stört. Das Löthrohr, Blaserohr (chalumeau, *blow pipe*) ist ein ziemlich enges, 200 bis 250 ^{mm} langes, messingenes Rohr, welches sich an einem Ende erweitert, am andern umgebogen und mit einer feinen Öffnung versehen ist. Das weite

---

[1]) Brevets 1844, T. XVI. p. 233.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 195. — Polyt. Centralbl. 1872, S. 728.
[3]) Werkzeugsammlung, S. 57.

Ende nimmt man in den Mund, um gleichmäßig und anhaltend hineinzublasen, die enge Spitze wird in die Flamme gehalten.

In chemischen Laboratorien sind mancherlei abgeänderte Formen des Löthrohres gebräuchlich[1]), von welchen einige für die technische Anwendung empfohlen werden können. — Wenn die Löthstelle von sehr kleinem Umfange ist oder alle Hitze zur Zeit auf denselben Punkte konzentrirt werden muß, so bedarf man einer schmalen zugespitzten Flamme (Stichflamme), welche dadurch erlangt wird, daß man ein Löthrohr mit sehr kleiner Oeffnung wählt, dessen Spitze bis über den Docht in die Flamme einführt, und mit mäßiger Kraft bläst. Beabsichtigt man hingegen die Verbreitung der Flamme über eine größere Fläche, so bläst man stärker, wendet ein Rohr mit nicht ganz feiner Oeffnung an und hält dessen Spitze minder weit ins Innere der Flamme: dieses Verfahren kommt weniger oft vor als das erstere. In jedem Falle wird das Blasen in der Art verrichtet, daß die von den Lungen ausgepreßte Luft sich zum Theil in der Mundhöhle sammelt, durch deren Verengerung (mittelst der Backenmuskeln) man das Blasen fortsetzt, während durch die Nase eingeathmet wird: sodaß durch das Athemholen keine Unterbrechung des in die Flamme getriebenen Luftstromes entsteht. Wiewohl diese Kunst nicht schwer zu erlernen und in der Ausübung nicht eben anstrengend ist, gewährt es allerdings namentlich für lange anhaltenden Gebrauch des Löthrohres eine beachtenswerthe Bequemlichkeit, zwischen der Mundöffnung und der Blasespitze einen kleinen hohlen Kautschukball (als Regulator) anzubringen, der sich durch die hineingepreßte Luft aufbläht und vermöge seiner Elastizität sich wieder zusammenzieht, also den Luftstrom selbst dann konstant macht, wenn im Hinzukommen neuer Luft kleine Pausen entstehen. Man hat diese Einrichtung sowohl bei dem Löthrohr zum Gebrauch vor dem Munde[2]) als bei einem auf Stativ befestigten und durch Gebläse gespeisten angebracht. Im letzteren Falle ist der Kautschukball mit Vortheil durch ein festwandiges Gefäß und einige zwischen dieses und das Ausblasrohr eingeschaltete mit engen Oeffnungen versehene Glasröhrchen ersetzt worden[3]).

5) Erhitzung mittelst einer Gasflamme (von Leuchtgas aus Steinkohle). Dazu gibt es verschiedene Methoden: a) Das Rohr, welches Gas vom Gasometer her zuführt, endigt mit einem biegsamen (Kautschuk-) Schlauche, dessen messingenes Mundstück die Gestalt eines Gießkannenkopfes hat und auf einer etwa 50 mm im Durchmesser großen Fläche eine Menge kleiner Löcher enthält. So bildet sich nach Öffnung des Hahnes und Entzündung des ausströmenden Gases eine sehr voluminöse Flamme. Daneben ist ein Blasbalg vorhanden mit Schlauch und messingenem Mundstück, worin die Öffnung höchstens 2 mm im Durchmesser hat. Der Luftstrom hiervon wird wie der eines Löthrohres in die Gasflamme geleitet und breitet dieselbe nöthigen Falls über einen großen Raum aus, während man das mit Loth versehene Arbeitstück der Flamme darbietet. — b) Der Apparat ist in seinen Haupttheilen wie vorher, aber der Gasschlauch und der Luftschlauch des Blasbalges vereinigen sich in einem eisernen einfach gebohrten Mundrohre von 5 bis 10 mm Weite, welches mit der Hand regiert wird, nachdem man den aus Gas und Luft gemengten Strom entzündet hat: so leitet man die Flamme nach und nach auf der Löthstelle herum. — c) Im Innern des Gaszuführungsrohres steckt konzentrisch und zur Adjustirung verschiebbar das mit kleiner Öffnung versehene, durch ein Gebläse gespeiste Luftrohr, sodaß der Luftstrom getrennt, aber direkt im Herzen der Gasflamme selbst austritt[4]). In diesen drei Fällen gebraucht man einen runden, etwas vertieften Tisch von Schwarzblech, etwa 60 mm im Durchmesser, der auf einem hölzernen Bocke wie ein Bossirstuhl gedreht werden kann und an 1,2 m von der Erde entfernt ist; auf diesen Tisch

---

[1]) Berzelius, die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie, 3. Aufl. Nürnberg 1837.

[2]) Jobard, Bulletin, XXV. 229. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 112; Bd. 144, S. 123. — Polyt. Centr. 1854, S. 801; 1857, S. 716. — Deutsche Gewerbezeitung 1858, S. 275. — Bulletin d'Encouragement 1857, p. 80.

[3]) Polyt. Centr. 1872, S. 512.

[4]) Mittheilungen 1854, S. 30. — Polyt. Centr. 1854, S. 740.

gibt man todte Kohlen, um die zu löthenden Gegenstände darauf zu stellen oder zu legen. — d) Zum Löthen kleiner Arbeiten mittelst des gewöhnlichen Löthrohrs (S. 393), kann Leuchtgas sehr gut dienen, wenn man es durch eine Art Docht ausströmen läßt, welcher aus einem Knäuel zusammengeknitterten feinen Eisendrahtes besteht und eine gehörig voluminöse Flamme veranlaßt[1]).

Das weiter unten (S. 401) erwähnte Wasserstoffgas-Löthrohr gehört ebenfalls hierher, da es auch unter Anwendung eines Lothes gebraucht werden kann. — Verwandt ist ferner das Löthen mit einem entzündeten Gemenge aus Terpentinöldampf und Luft[2]) und mit dem Weingeistgebläse (éolipile), bei welchem ein Weingeist enthaltendes Metallgefäß durch eine darunter stehende Lampe erhitzt wird und der entwickelte Weingeistdampf derartig in die Lampenflamme bläst, daß letztere wie durch ein Löthrohr horizontal abgelenkt wird.

6) Erhitzung durch heiße Luft. Große Gegenstände, z. B. Blechtafeln, welche mit Weichloth gelöthet werden, kann man durch einen Strom heißer Luft erhitzen. Die Zinkarbeiter in England bedienen sich hierzu eines kleinen Ofens[3]), der aus einem runden oder ovalen, von Eisenblech oder Gußeisen verfertigten, mit Thon oder feuerfesten Ziegeln gefütterten Gehäuse besteht. Er wird mit Holzkohlen gefüllt; der Wind eines doppelten Blasbalges tritt durch ein eisernes Rohr an der einen Seite ein; gegenüber zieht durch ein anderes Rohr die heiße Luft ab, welcher man die Gegenstände so lange aussetzt, bis sie heiß genug sind, um das daraufgebrachte Loth zu schmelzen.

7) Erhitzung mittelst des Löthkolbens. Dies ist die gewöhnliche Methode beim Weichlöthen aller nicht sehr kleinen Gegenstände. Der Löthkolben (soudoir, fer à souder, *soldering iron*, *copper-bit*, *copper-bolt*) ist ein geschmiedetes Stück Kupfer an einem eisernen Stiele, der in einem hölzernen Hefte steckt, und dient nicht nur, um die Löthstelle zu erhitzen, sondern auch um das Loth in schon geschmolzenem Zustande daselbst aufzutragen. Kupfer ist das Material des Kolbens, weil dieser leicht das Zinnloth annehmen und wenig dem Verbrennen (der Oxydation) im Feuer unterworfen sein muß.

Man hat Löthkolben von verschiedener Größe und Form. Die Hauptarten in letzterer Beziehung sind: Hammerkolben und Spitzkolben. Jene haben, wie der Name anzeigt, die Gestalt eines Hammers, d. h. der Kolben sitzt quer an dem Stiele und läuft in eine einfach zugeschärfte, doppelt zugeschärfte oder abgerundete Kante, auch wohl in eine schmale Fläche aus, welche parallel zum Stiele ist; die Spitzkolben gleichen einem Kegel oder einer vierseitigen Pyramide mit abgerundeter Spitze und sitzen so am Stiele, daß die Achse des letztern, verlängert, durch die Spitze geht. Es giebt außerdem Löthkolben, welche den Spitzkolben hinsichtlich der Stellung zum Stiele ähnlich, aber am Ende wie die Hammerkolben gestaltet oder auch dicker, zylindrisch und statt der Spitze mit einer großen, halbkuglig konvexen Endfläche versehen sind. Zur Ersparung von Kupfer und Verminderung der nöthigen Anzahl Kolben gereicht es, wenn man den dicken (als Wärmesammler dienenden) Hauptkörper von Eisen macht und mit einem Loche versieht, in welches aus einem Vorrathe verschiedener kupferner Spitzen jedes Mal die dem Zwecke entsprechende eingesetzt wird[4]). Das Ende der Löthkolben, mit welchem das Loth aufgenommen, zum Schmelzen gebracht und auf die Arbeit übertragen wird, heißt die Lothbahn. Um den heißen Löthkolben auch an seinem eisernen Stiele bequem fassen zu können (was namentlich bei großen Kolben oft nöthig ist) legt man den letzteren zwischen zwei ausgehöhlte, an einem ledernen Scharniere auf- und zuzuklappende Holzstücke, welche somit einen beweglichen Handgriff bilden (Klammer, attelles). Die Erhitzung des Löthkolbens kann zweckmäßig durch eine Leuchtgasflamme stetig geschehen, zu deren Unterhaltung Leuchtgas

---

[1]) Mittheilungen 1853, S. 307. — Polyt. Centr. 1854, S. 295.
[2]) Polyt. Centr. 1856, S. 1006.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 17, S. 68.
[4]) Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 90. — Polyt. Journ., Bd. 89, S. 268. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 1 (1843), S. 391.

und Luft in zwei getrennten Leitungen durch den hohlen Griff herbeigeleitet werden (Gaslöthkolben)[1]).

Nach den bisher gegebenen allgemeinen Auseinandersetzungen wird das Verfahren beim Löthen im Einzelnen sich leicht deutlich machen lassen.

Weichlöthen.

Des Weichlöthens muß man sich bedienen, wenn man mit Arbeitstücken zu thun hat, welche keiner großen Hitze ausgesetzt werden dürfen, entweder weil sie ganz oder theilweise aus leichtflüssigem Metalle bestehen (Zinn, Blei, Zink, verzinntes Eisenblech); oder weil sie aus irgend einem andern Grunde durch das Feuer beschädigt werden würden (wie z. B. verzierte, übrigens meist oder ganz fertige Goldarbeiten, besonders wenn Steine darein gefaßt sind). Auch ist das Weichlöthen unentbehrlich, wenn Löthungen an großen Gegenständen vorfallen, welche man wegen ihres Umfanges nicht erhitzen kann. Bei anderen Gelegenheiten aber wird das Weichlöthen nur der Schnelligkeit und Bequemlichkeit wegen dem Hartlöthen vorgezogen; dies ist auch kein Fehler, wenn die Löthung keiner erheblichen Festigkeit bedarf. In den meisten Fällen wird das Weichlöthen mittelst des Löthkolbens (s. oben) bewirkt. Letzterer muß, wenn er neu oder frisch abgefeilt ist, zur Aufnahme des Lothes vorbereitet werden, indem man ihn auf der Lothbahn verzinnt. Dies kann geschehen: a) indem man den gehörig blank gefeilten (angefrischten) Kolben in geschmolzenes mit Kolophonium-Pulver bestreutes Zinnloth taucht (die beste Methode); b) indem man den erhitzten Kolben auf einem mit Kolophonium bestreuten Stücke Zinnloth reibt; c) indem man umgekehrt die Lothbahn des Kolbens, während dieser zwischen glühenden Kohlen liegt, mit Kolophonium bepudert und mit einer Stange Zinnloth überfährt; d) indem man mit einem heißen Löthkolben, der schon verzinnt ist, etwas Loth aufnimmt, und dies auf den neuen Kolben durch Reiben überträgt (die unvollkommenste Art); e) indem man den Löthkolben erhitzt, blank feilt, über ein Stück Salmiak streicht, mit Zinnloth versieht und mit diesem nochmals über das Salmiakstück hinwegfährt (das neuerdings üblich gewordene Verfahren).

Die Zinngießer verzinnen ihre Kolben durch Eintauchen (Methode a), aber ohne Kolophonium, weil letzteres der Erfahrung nach Ursache ist, daß der Kolben das Loth zu leicht fallen läßt.

Der Löthkolben muß, wenn man davon Gebrauch machen will, zwischen Holzkohlenfeuer erhitzt werden, wobei man sich eines kleinen Löthofens von Eisenblech oder — wo sie zur Hand ist — der Schmiedeesse bedient, und den Kolben stets so in das Feuer legt, daß die Lothbahn nach oben gekehrt ist, ohne von Kohlen berührt zu werden. Die zu löthenden Flächen werden blank gefeilt oder geschabt (angefrischt), auf einander gepaßt, eine nach der andern mit gepulvertem Kolophonium bestreut und mittelst des Löthkolbens verzinnt. Man hält nämlich ein Stück Zinnloth auf die Stelle, bringt etwas davon durch Berührung mit dem heißen Kolben zum Schmelzen und reibt das Geschmolzene auf der Fläche aus einander. Sind beide Stücke auf diese Weise verzinnt, so erwärmt man sie etwas in dem Kohlenfeuer, setzt sie auf einander, läßt von dem an den Kolben gehaltenen Lothe etwas auf die Fuge fließen und breitet es durch Streichen mit dem Löthkolben längs derselben aus, wobei es, durch die Kapillarität und durch die Verzinnung der Fugenflächen angezogen, ein- und durchdringt. Nach Vollendung der Arbeit wird der außen sitzende geringe Überfluß des erkalteten Lothes weggefeilt oder abgekratzt, sofern man ihn nicht etwa als Verstärkung konserviren muß und bei ordinärer Arbeit auch wohl belassen kann.

Den Löthofen hat man so verbessert[2]), daß er eine eiserne Büchse (Muffel) oder mehrere kleinere Zellen enthält, in welche die Löthkolben gelegt werden. Da letztere nun

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 325.
[2]) Polyt. Journ., XIV. 27. — Polyt. Centr. 1857, S. 660.

nicht mit den Kohlen in Berührung kommen, sind sie weniger dem Überhitzen und Verbrennen ausgesetzt; außerdem kann man bei diesem Ofen, ohne Nachtheil für die Kolben, Kokes oder Steinkohlen statt Holzkohlen anwenden. — Unter Umständen kann es von Nutzen sein, den Löthkolben dadurch beständig heiß zu erhalten, daß man ihn mit zwei Kautschukschläuchen verbindet, welche Leuchtgas und (aus einem Blasbalge) atmosphärische Luft zuführen, durch das Heft des Kolbens zwei diesen Schläuchen sich anschließende Röhrchen leitet, welche etwa 20 mm hinter dem Rücken des Kolbens endigen, und hier das Gasgemenge in einer durch Hähne zu regulirenden Flamme brennen läßt. Dagegen gehört ein aus zwei Theilen zusammengesetzter hohler, mit Loth zu füllender, Löthkolben, aus dessen Spitze das Loth ausfließen soll[1]), sicherlich zu den unpraktischen Projekten.

Nach Umständen erleidet das Löthverfahren mancherlei Modifikationen. So kann man vor dem Aufstreuen des Kolophoniums die Löthstelle (bei Messing, nicht aber bei Kupfer) mit einem Stücke Salmiak überstreichen. Eben so verfährt man bei Eisen, wo man statt des ganzen Salmiaks auch einen Brei von Baumöl und zerstoßenem Salmiak (Salmiaköl) anwendet. Weißblech löthet man, indem man die über einander gelegten Ränder mit Kolophoniumpulver bestreut oder mit Löthfett bestreicht und dann mit dem Löthkolben überfährt, nachdem dieser an ein Stück Zinnloth gehalten worden ist, um etwas davon im geschmolzenen Zustande aufzunehmen. Das erwähnte Löthfett ist eine zusammengeschmolzene Mischung von Kolophonium und Talg, in welche man etwas zerstoßenen Salmiak eingerührt hat. Es verdient dem unvermischten Kolophonium vorgezogen zu werden, weil es sich leicht wieder von der gelötheten Stelle wegwischen läßt, wogegen letzteres mit dem Messer abgekratzt werden muß, wobei zuweilen die Verzinnung beschädigt wird.

Beim Löthen des Zinkes werden die Löthstellen mit starker Salzsäure (6 Theile käufliche rauchende Salzsäure, 1 Th. Wasser, dem Maße nach) bestrichen und dadurch ohne Schaben blank gemacht; dann trägt man das Zinnloth mittelst des Kolbens auf. Vorläufige Verzinnung ist hierbei ebenso wenig nöthig, als Anwendung von Kolophonium, Salmiak oder Fett. Ein verwandtes Verfahren, wodurch verschiedene Metalle ohne vorhergehendes Schaben oder Beizen und ohne Mitwirkung von Kolophonium, Salmiak rc. sehr gut gelöthet werden können, besteht in dem Gebrauche des Löthwassers (S. 392). Mit dieser Flüssigkeit (welche durch Einrühren einer kleinen Menge gepulverter Stärke verdickt werden kann, um das Auftragen zu erleichtern) wird die Löthstelle ohne andere Vorbereitung bestrichen, wonach man das Loth mittelst des Kolbens aufträgt und anreibt. Auf diese Weise löthet sich das Kupfer wie es vom Hammer kommt, Eisen selbst, wenn Rost darauf sitzt, blau angelaufener Stahl, vom Glühen oxydirtes Messing rc. leicht und sicher. Man muß jedoch schließlich den gelötheten Gegenstand sorgfältig mit reinem Wasser abwaschen, um nachträglicher Ansetzung von Rost vorzubeugen.

Bestandtheile aus Zinn werden stets ohne Kolophonium, Fett oder dgl. zusammengelöthet, und zwar immer mit eben dem Zinn, woraus sie gegossen sind (sogar mit bleifreiem Zinn, wenn sie aus solchem bestehen). Der Kolben wird fast bis zum Glühen erhitzt und muß die Ränder der Fuge selbst in Fluß bringen, weshalb man — um das Durchlaufen zu verhindern — von der entgegengesetzten Seite einen mit nassem Thon belegten Lappen anhält.

Bleiplatten werden, ohne Hülfe des Kolbens, folgendermaßen zusammengelöthet. Man schabt die über einander zu legenden Ränder rein ab, verzinnt sie mittelst des Löthkolbens mit feinem Zinn oder Schnell-Loth, legt sie richtig auf einander, beschwert sie mit Gewichten, gießt auf die obere Platte geschmolzenes (doch nicht zu heißes) Blei, drückt — wenn hierdurch die Verzinnung zwischen den Platten geschmolzen ist — die obere mittelst eines Holzes stark auf die untere nieder und bewirkt so die feste Vereinigung. Das aufgegossene Blei kann wieder weggenommen werden, da es sich mit der unreinen Oberfläche der Platten nicht verbindet. Statt reinen Bleies kann man zum Aufgießen eine Mischung von zwei bis drei Theilen Blei mit einem Theile Zinn anwenden, deren Schmelzhitze auch groß genug ist, um die Löthung zu bewirken. Eine Abänderung dieses Verfahrens ist das sogenannte Zusammenbiegeln, wobei die mit Loth überzogenen (verzinnten) und übereinander gelegten Plattenränder durch Ueberfahren mit einem heißen (dem Biegeleisen der Schneider ähnlichen) Eisen erhitzt und gelöthet werden.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 152, S. 427. — Polyt. Centr. 1859, S. 576.

Kleine Löthungen mit Zinnloth verfertigt man über der Licht- oder Lampenflamme, auch wohl mittelst des Löthrohres, indem man kleine Schnitzel des Lothes in Terpentin wälzt, auf die Fuge legt und erhitzt. Wenn man kleine Gegenstände mit den breiten Flächen auf einander löthen muß, so kann man zwischen letztere, nachdem sie blank gefeilt und auf gepulvertem Kolophonium gerieben sind, ein Blättchen Zinnfolie einlegen und das Ganze mäßig über einer Flamme erhitzen. — Die Löthungen, welche an Zinngießer-Arbeiten vorfallen, macht man oft ebenfalls mittelst des Löthrohres vor der Oel-Lampe und mittelst Schnell-Loth oder Wismuth-Loth, wovon man ein Stäbchen an die Löthfuge hält, während letztere mit Oel bestrichen und durch die spitzig angeblasene Flamme erhitzt wird. Die Zinngießer nennen dieses Verfahren Zusammenblasen im Gegensatz zu dem eigentlichen Löthen, worunter sie das Löthen mittelst des Kolbens verstehen.

Ein interessanter Fall des Weichlöthens ist das Löthen gesprungener Glocken, welche dadurch ihren vollen Klang wieder erhalten sollen. Es sind dazu folgende zwei Methoden angeblich bewährt gefunden: 1) Man gebraucht als Loth eine Legirung aus 9 Theilen Zinn und 1 Th. Kupfer. Der Sprung wird mit kochendheißer Aetzlauge gereinigt, mit Wasser gewaschen, die nächste Umgebung desselben mit Salzsäure gebeizt. Man legt dann die Glocke so hin, daß der Sprung sich unten befindet, füllt den letztern nach Möglichkeit mit Chlorzinkauflösung oder einem frisch dargestellten Gemenge von 1 Th. Salmiak mit 2 bis 3 Th. kohlensaurem Ammoniak, legt längs seiner ganzen Erstreckung im Innern der Glocke Körner des Lothes, und erhitzt endlich von außen durch ein unter der Glocke entzündetes Weingeist- oder Kohlenfeuer. — 2) Die Glocke wird in ihrer gewöhnlichen (aufrechten) Stellung — nachdem man die Gegend des Sprunges blankgeschabt und durch übergeklebte Papierstreifen vor Rauch geschützt hat — durch darunter gemachtes Feuer erwärmt; nach Abreißen des Papieres führt man ein in Löthwasser (S. 392) getauchtes Stäbchen des — aus 5 Th. Blei, 3 Th. Zinn, 8 Th. Wismuth zusammengesetzten — Lothes längs des Sprunges derartig von oben nach unten hin, daß dieser sich mit dem abschmelzenden Metallgemische füllt.

Hartlöthen.

Die Erhitzung der Metalle beim Hartlöthen wird entweder im Holzkohlenfeuer, oder vor der Glasflamme oder (wenn es kleine Gegenstände sind) mittelst des Löthrohres vorgenommen, nachdem man die Löthstelle rein abgefeilt und mit etwas Borax nebst einer gehörigen Anzahl kleiner Loththeilchen versehen hat. Der Borax schmilzt, schäumt (indem er seinen Wassergehalt fahren läßt), wird wieder fest, schmilzt aber bald von Neuem, und überzieht nun die Löthstelle mit einem flüssigen Glase, wobei er nicht nur den Zutritt der Luft abhält, sondern auch zugleich die etwa vorhandenen Oxydtheile auflöst und die Löthstelle rein macht. Wenn auch das Loth geflossen ist und sich vermöge der Kapillarität in's Innere der Fuge gezogen hat, ist die Arbeit beendigt. Man wendet den Borax entweder in Pulvergestalt — Streuborax — an, und streut ihn auf (rocher); oder man reibt auf einer Stein- oder mattgeschliffenen Glasplatte ein Stück Borax mit etwas Wasser zu einem milchartigen, dünnen Brei, mit welchem man die Löthstelle benetzt. Dieses zweite Verfahren gewährt den Nutzen, daß durch den Boraxbrei die Loththeilchen ankleben und unverrückt liegen bleiben, ist daher für feine Löthungen zweckmäßig. Oft wird aber auch bei größeren Arbeiten der gepulverte Borax mit den Lothkörnern (z. B. ein Theil Borax auf drei Theile Loth) vermengt, und dieses Gemenge mit Wasser angemacht.

Zum Aufstreuen des pulverigen Boraxes bedient man sich einer kleinen messingenen Boraxbüchse (rochoir, boraxoir), von deren unterem Theile ein schräg aufwärts stehendes Röhrchen ausgeht, welches so eng ist, daß nur wenig Borax auf ein Mal herausfallen kann. Die sanfte Erschütterung der Büchse, welche hierzu nöthig ist, wird ihr dadurch gegeben, daß man mit dem Fingernagel auf einem eingekerbten Stängelchen kratzt, welches das Röhrchen mit der Büchse verbindet. Durch das Aufblähen oder Schäumen, welches der Borax beim ersten Schmelzen zeigt, werden zuweilen die Lothkörner von ihrer Stelle gerückt; es ist deshalb vorzuziehen, daß man gebrannten Borax (*boiled borax*) anwende, d. h. solchen, welcher durch Erhitzen in einem Schmelztiegel seines Krystallwassers beraubt ist. Statt Borax können andere in der Glühhitze schmelzbare Salze, für sich allein oder in Vermengung mit Borax (welcher dadurch leichter schmilzt und dünner

fließt) angewendet werden. So ist der **Streuborax** der Silberarbeiter eine aus vier Theilen Pottasche, drei Theilen Kochsalz und zwei Theilen Borax zusammengeschmolzene Masse, oder ein Gemenge von 8 Theilen krystallisirtem Borax, 8 Theilen gebranntem Borax, 4 Theilen Kochsalz, 1 Theil Chlorkalium. Nach dem Löthen wird der fest anhängende Borax weggeschafft (dérocher), indem man die Arbeit in verdünnter Schwefelsäure — ein Theil Vitriolöl, sieben Theile Wasser — abbeizt, weil Wasser allein den geschmolzenen Borax zu langsam auflöst; dabei schützt man eiserne Bestandtheile, die etwa an der Arbeit sich befinden, durch einen Wachsüberzug vor der Einwirkung der Säure. Bei groben Arbeiten leistet Glaspulver dieselben Dienste wie sonst der Borax. — Sind an einem Stücke mehrere Löthungen nach einander zu verrichten, so nimmt man zu den späteren stufenweise ein etwas leichtflüssigeres Loth und bedeckt die schon gelötheten Stellen mit Lehm (bei feinen Sachen mit Borax), um das Aufgehen oder Verbrennen (Oxydiren) derselben zu verhindern.

Einige Beispiele werden das Verfahren beim Löthen näher erläutern. — Es sei ein aus Messingblech gebogenes Rohr mit Schlagloth zu löthen. Nachdem die Löthfuge angefrischt (mit der Feile blank gemacht) ist, bindet man an ein Paar Stellen geglühten Eisendraht um das Rohr, damit die Fuge sich so genau wie möglich schließt, trägt (wenn das Rohr lang ist von außen, sonst von innen) mittelst eines Löffelchens oder platten Hölzchens das breiförmige Gemenge von Borax und gekörntem Schlagloth auf (oder legt auf die mit Wasser benetzte Stelle der Reihe nach Lothkörner, die man sodann mit Boraxpulver überstreut), legt das Rohr horizontal zwischen glühende Kohlen, erhitzt anfangs langsam, bis das Aufschäumen des Borax vorbei ist, dann aber stärker, indem man das Feuer zur lebhaften Gluth anfacht, beobachtet aufmerksam durch eine Öffnung zwischen den Kohlen den Augenblick, wo das Loth fließt, und zieht dann sogleich die Arbeit aus dem Feuer, damit nicht durch fortgesetzte Erhitzung auch das messingene Rohr selbst (zumal in unmittelbarer Nähe der Löthstelle, wo es durch das Loth leichtflüssiger wird) schmelze, oder sich zu stark oxydire (verbrenne). — Hohle Kugeln (blecherne Schellen, kugelförmige Kleiderknöpfe u. dgl.), welche z. B. aus zwei von Blech im Fallwerke gestampften halbkugligen Schalen zusammengelöthet werden, versieht man auf dem innern Rande einer jeden Halbkugel ringsherum mit dem nassen mit Borax vermengten Lothe, bindet sie mittelst Draht zusammen, und setzt sie so dem Feuer aus. — Dünne Messingstücke beschmiert man, um dem hier am leichtesten eintretenden Verbrennen zu begegnen, vor dem Einlegen ins Feuer mit Lehm. Messing mit Eisen oder Kupfer wird auf die nämliche Weise zusammengelöthet, wie Messing mit Messing.

Eisen auf Eisen löthet man am besten mit Kupfer (S. 389). Soll etwa ein eiserner Ring gelöthet werden, so legt man die etwas zugeschärften Enden ein wenig über einander, bedeckt die Fuge von innen mit einem dünnen Streifchen Kupferblech, welches man, um es festzuhalten, an seinen Enden nach außen umbiegt und fest anzieht, taucht die Löthstelle und die benachbarten Theile in Lehmbrei, den man am Feuer abtrocknen läßt, schiebt den Ring auf einen Eisenstab, und hält ihn mittelst desselben (die Fuge nach unten gekehrt) in das Holzkohlen- oder Steinkohlenfeuer der Schmiedeesse, welches durch den Blasebalg angefacht wird, bis Weißglühhitze eingetreten und das Kupferloth geschmolzen ist. Aus dem Angeführten ergibt sich von selbst das Verfahren für viele andere Fälle. Etwas verschieden ist dasselbe beim Löthen hohler Stücke, zu deren Innerem man nicht gelangen kann, um das Loth auf die Fuge zu bringen, wie z. B. beim Löthen eines Plätteisens, beim Einlöthen des Gewindes oder Kernes in eine Schraubstock-Hülse u. s. w. Man stopft hier in die Höhlung Stückchen von Kupfer- (oder Messing-) Blech und grauem (wollenem) Löschpapier — letzteres um das Zusammenfallen des Lothes auf eine Stelle zu verhindern —, umknetet das ganze Stück einige Millim. dick mit Lehm, welchem man Flachsschäbe oder Pferdemist beigemengt hat (das **Einpacken**), erhitzt es in der Esse unter öfterem Drehen, und wendet es auch beim Herausnehmen noch mehrfältig um, damit das Loth sich gleichmäßig verbreite. Das graue Löschpapier hat vor anderem Papier den Vorzug, daß es bei der eintretenden Verkohlung eine steifere Kohle gibt, welche nicht zusammenfällt, sondern die noch ungeschmolzenen Loththeile an ihrem Platze hält. Den Zeitpunkt der Schmelzung des Lothes erkennt man äußerlich daran, daß die Flamme des Feuers sich grün färbt (durch eine geringe aus den Rissen der geborstenen Lehmumkleidung hervordringende Menge Kupferdampf). — Manche Arbeiter bestreuen beim Löthen eiserner Gegenstände das aufgelegte Loth mit Pulver von grünem Glase, bevor der Lehm aufgetragen wird; Andere halten dies für überflüssig, und in der That muß man glauben, daß die Lehmbedeckung zur Abhaltung der Luft (worin doch der einzige Nutzen des in Fluß gekommenen Glases bestehen kann) hinreiche. Zudem ist das

angeschmolzene Glas schwer und nur mit bedeutender Abnutzung der Feilen wieder zu entfernen.

Gegenstände aus Silber werden wie messingene gelöthet, theils mittelst des Löthrohres, theils im Kohlenfeuer. Man wendet dabei den schon oben erwähnten zusammengesetzten Streu-Borax an. Goldwaren werden, weil sie meist von geringem Umfange sind, fast nur mittelst des Löthrohres gelöthet, und zwar mit Hülfe des reinen Borax, ja sogar ohne denselben, da bei dem Golde eine Oxydation der Löthstelle theils wegen der Beschaffenheit des Metalles, theils wegen der Schnelligkeit, mit welcher die kleinen Löthungen beendigt sind, nicht leicht eintritt. Das Löthen des Platins mit feinem Golde kommt nicht häufig in Anwendung. Als Loth bedient man sich des Goldes am besten in dem Zustande seiner Zertheilung, wie es durch Fällung einer Goldauflösung mittelst Eisenvitriol erhalten wird. Ist etwa in einer Platinplatte ein kleines Loch zu verschließen, und kann oder will man dies nicht durch Schweißung bewirken, so schneidet man ein Stückchen Platinblech von angemessener Größe zu, bedeckt und umgibt das Loch mit etwas Goldpulver (welches gut ausgewaschen sein muß), drückt dasselbe mit einem reinen Werkzeuge zusammen, erhitzt ein wenig über der Weingeistlampe, um das vorläufige Anhaften des Goldes zu bewirken, legt endlich auf letzteres das vorbereitete Platinblättchen und bläst mittelst des Löthrohres die Weingeistflamme darauf.

Besondere Schwierigkeiten bietet das Löthen des **Aluminiums**, wozu man sich als Loth verschiedener Metallmischungen bedient, welche 50 bis 94 Prozent Zink, 30 bis 4 Aluminium und den Rest an Kupfer oder Messing enthalten. Die zu löthenden Stellen werden mit einer feinen Feile rauh gemacht, mittelst einer durch Luft angeblasenen Steinkohlengasflamme erhitzt; dann hält man ein Stäbchen Loth daran und breitet das davon Abschmelzende mittelst eines kleinen Löthkolbens aus. Wenn dann die Theile mit Eisendraht zusammengebunden und neuerdings erhitzt sind, wird das Auftragen und Verstreichen des Lothes in derselben Weise wiederholt.

Manchmal müssen gelöthete Gegenstände wieder getrennt werden, was man **Loslöthen, Auflöthen** (dessouder) nennt. Wenn z. B. ein angelötheter Bestandtheil sich während des Löthens verschoben hat und in unrechte Stellung gekommen ist, so wird es nöthig, ihn wieder loszumachen und aufs Neue anzulöthen. Es muß bei diesem Verfahren, welches natürlich nur im dringendsten Nothfalle angewendet wird, alle mögliche Sorgfalt Statt finden, um einer Beschädigung des Arbeitstückes vorzubeugen. Man bedeckt alle etwa noch außerdem vorhandenen Löthungen mit Lehm, versieht die zu öffnende Löthfuge mit Borax, legt das Stück ins Feuer, damit das Loth schmelze, und hebt den los zu machenden Theil mittelst eines Eisendrahtes oder einer Zange ab.

Einige Arbeiten kommen vor, welche mit dem Löthen Ähnlichkeit haben, ohne doch ganz damit übereinzustimmen. Diese sind: das **Vergießen** (*burning together*), das **direkte Zusammenblasen ohne Loth** und die sogenannte **galvanische Löthung**. Unter Vergießen versteht man das Verfahren, durch welches Metallflächen mittelst eines zwischen sie eingegossenen stark erhitzten Metalles vereinigt werden, welches letztere die Flächen selbst zu theilweiser Schmelzung bringt, sich also innig damit verbindet. Auf solche Weise werden die Theile mancher bleierner Gefäße zusammengefügt, desgleichen dicke Bleiplatten bei der Verfertigung großer Siedepfannen. Man schneidet oder meißelt die einander berührenden Kanten des Bleies dergestalt schräg ab, daß eine dreikantige Furche entsteht, schabt die schrägen Flächen recht rein, faßt die Furche mit einem Rande von Lehm ein, und gießt sie mit hochrothglühendem Blei voll. Letzteres muß vor dem Eingießen von allem Oxyde durch Zusatz von Kolophonium und Abschäumen befreit werden, weil es sich sonst nicht fest anhängt. Gefäße werden vor dem Vergießen mit trockenem Sande gefüllt und entweder mit Draht zusammengebunden oder an ein Paar Stellen mit einem Tropfen Schnell-Loth zusammengeheftet, damit die zu verbindenden Theile sich nicht verschieben. Die Bestandtheile mancher Zinngußwaren werden auf ähnliche Weise durch heißes geschmolzenes Zinn vereinigt (vergossen). Man paßt die Theile auf einander, verklebt die Fuge von innen (wenn das Stück ein Gefäß ist) mit Thon, macht äußerlich unter derselben einen Rand aus Thon (oder aus einem mit Thon überzogenen Leinwandstreifen), und gießt mittelst eines eisernen Löffels das Zinn auf. Ist die Arbeit gut gelungen, so erscheint die Fuge ganz ausgefüllt und von dem Zinn kein größerer Ueberfluß auf der Oberfläche, als beim Löthen an Schnell-Loth zurückbleibt. Bleierne Wasserleitungsröhren fügt man durch Vergießen mit Schnell-Loth an einander, wobei man zur

Zusammenhaltung des letzteren eine zweitheilige hölzerne Form um die Fuge legt. — Hierher gehört ferner die Methode, gesprungene Thurm-Glocken durch Ausgießen wieder herzustellen (statt sie zu löthen, S. 398). Man sägt nach der Richtung und Länge des Sprunges einen schmalen Streifen heraus, feilt die Ränder des so entstandenen Spaltes nach innen und außen schräg ab, faßt denselben mit Lehm ein und gießt ihn mit einer über ihren Schmelzpunkt erhitzten Mischung von Kupfer und Zinn aus.

Dem Vergießen reiht sich eine Methode an, welche vorgeschlagen worden ist, um gußeiserne Stangen an ihren Enden mit einander zu verbinden. Man soll die genau an einander gepaßten Enden mit einer Büchse oder einem Muff von Schmiedeisen umschließen, die Fugen dicht mit Lehm verstreichen, und endlich auf die Büchse eine Hitze geben, welche hinreicht, das darin befindliche Gußeisen zu schmelzen. Wird nach dem Erkalten die Büchse abgenommen, so findet man die Vereinigung geschehen. Dieses Verfahren ist ganz uneigentlich ein Schweißen des Gußeisens genannt worden. Mit eben diesem Namen bezeichnet man mißbräuchlich das neuerlich oft angewendete Verfahren, Gußeisenstücke, welche durch Bruch unvollständig geworden sind (z. B. Räder, woran Zähne fehlen) zu ergänzen; man formt den mangelhaften Gegenstand in Sand ein und läßt ihn in der Form liegen, welche letztere aber durch die dem fehlenden Theile entsprechende Vertiefung vervollständigt wird; dann gießt man Eisen ein, um diesen letzteren Theil der Höhlung zu füllen. Wesentlich ist dabei, daß das nachgegossene Eisen heiß genug sei, um sich mit dem in der Form schon befindlichen Gegenstande innig zu vereinigen, und daß man einen hohen Einguß anbringe, um das zugegossene Metall auch durch den hydrostatischen Druck auf die Vereinigung hinwirken zu lassen [1]).

Verwandt ist das Zusammenblasen ohne Loth, durch welches zuweilen von Zinngießern die Bestandtheile zinnerner Geräthe zusammengefügt werden. Man paßt die Ränder der Theile sorgfältig auf einander, und bläst auf die ganze Fuge nach und nach die Flamme der Löthlampe mittelst des Löthrohres. Gelingt es hierdurch, die sich berührenden Kanten zum Schmelzen zu bringen, so vereinigen sie sich vollkommen; die Arbeit setzt aber sehr große Geschicklichkeit und Uebung voraus, damit nicht entweder einzelne Stellen unverbunden bleiben, oder Löcher in das Zinn schmelzen. Diese Methode ist daher mehr ein seltenes Kunststück als ein regelmäßig übliches Verfahren. Dagegen hat man auf Bleiarbeiten mit Erfolg das unmittelbare Zusammenschmelzen (ohne Loth) angewendet und dieses Verfahren — soudure autogène, *autogenous soldering* genannt — ist von Wichtigkeit in Fällen, wo man das Zinn vermeiden muß (z. B. bei den Bleibekleidungen der Bleikammern in Schwefelsäurefabriken). Da jedoch das Blei schwerflüssiger ist als Zinn, oftmals sehr lange Fugen zu behandeln sind und zum Gelingen der Arbeit alles darauf ankommt, die Ränder der zu verbindenden Theile durch eine spitzige sehr heiße Flamme so rasch zu erhitzen, daß sie schmelzen, bevor die Wärme sich in erheblichem Grade weiter verbreiten kann, so ist das gewöhnliche Löthrohr nicht hinreichend, sondern man wendet die Flamme von Wasserstoffgas oder einem Gemenge aus Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft an. Der hierzu dienende Apparat [2]), das sogenannte Wasserstoffgas-Löthrohr (chalumeau aérhydrique), enthält ein Gefäß, worin durch Auflösen von Zink in verdünnter Schwefelsäure Wasserstoffgas entwickelt wird, einen Blasbalg zur Erzeugung eines Stromes atmosphärischer Luft, eine Sicherungsbüchse zur Verhütung von Explosionen, und die nöthigen Rohrleitungen. Die beiden Rohre, von welchen das eine das Wasserstoffgas, das andere die atmosphärische Luft herbeiführt, vereinigen sich in ein gemeinsames Mundstück, an welchem ein langer biegsamer (Kautschuk-) Schlauch angebracht wird, um das Gasgemenge nach dem Orte der Verbrennung zu führen. Hier strömt es aus dem Schlauche durch ein metallenes Ansatzrohr mit kleiner Oeffnung oder mehreren solchen Löchern aus und wird entzündet, worauf man die Flamme gegen die zu schmelzenden Stellen des Arbeitsgegenstandes richtet. Man ist im Stande, durch dieses Mittel die stumpf gegen einander gestoßenen Kanten von Bleiplatten, welche 1 bis 10mm dick sind, auf das Vollkommenste und fast ohne sichtbare Spur der Verbindung zusammenzuschmelzen. In einigen Fällen kann es bequem sein, statt der direkten Flamme einen durch dieselbe stetig erhitzten Löthkolben zu

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 160, S. 40.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1840 p. 336. — Brevets, T. 81, p. 184. — Polyt. Journ., Bd. 77, S. 33; Bd. 84, S. 354; Bd. 160, S. 27. — Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen 1841, S. 45. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1841, S. 311; 1842, S. 227. — Mittheilungen, 1853, S. 251. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 2, S. 1143; 1854, S. 286.

gebrauchen, welcher alsdann an dem Ansatzrohre des biegsamen Schlauches so befestigt wird, daß sein stumpfer Rücken der Gasflamme ausgesetzt ist, während man mit der Spitze nach Bedürfniß operirt. Neuerdings hat man auch Platin ohne Loth zusammengeblasen unter Benutzung einer durch Verbrennen von Leuchtgas in Sauerstoff erhaltenen Stichflamme und es erscheint das Verfahren wohl für alle Metalle anwendbar [1]).

Galvanische Löthung. Man versteht hierunter das Verfahren, auf dem Wege der Galvanoplastik (S. 135) zwischen zwei Metallrändern Kupfer in dichter Gestalt so niederzuschlagen, daß es die Fuge ausfüllt und eine Verbindung herstellt. Die Ausführbarkeit dieser Art Löthung ist außer Zweifel gestellt, doch zugleich erwiesen, daß die Vereinigung nur dann haltbar sich darstellt, wenn die Fuge auch äußerlich mit Kupfer überwachsen ist, wogegen nach dem Abfeilen dieser äußeren Decke der Zusammenhang verloren geht, weil das im Innern der Fuge abgelagerte Metall nicht fest bindend wirkt. Abgesehen von der Vereinigung galvanoplastisch hervorgebrachter Bestandtheile zu einem Ganzen, wenn dabei die Kupferbedeckung der Fuge auf nicht sichtbare Stellen fällt, wird daher aus der galvanischen Löthung kaum ein praktischer Nutzen zu ziehen sein.

V. Das Schweißen.

Das Schweißen des Eisens und Stahles, als eine beim Schmieden vorfallende Arbeit, ist schon früher (S. 199) ausführlich abgehandelt worden. Zu dem, was dort gesagt ist, sollen hier einige Worte über das Schweißen des Platins hinzugefügt werden, indem es zuweilen gerathen sein kann, Beschädigungen (Löcher, Risse etc.) von Platingefäßen durch Schweißung auszubessern. Die Bedingungen hierbei sind: ein gehöriger Hitzegrad, eine frische, reine Oberfläche an der Schweißstelle und gehörige (doch nicht zu starke) Hammerschläge. Zu recht vollkommener Schweißung gehört Weißglühhitze, und das Platin muß wenigstens noch stark rothglühend sein, wenn die Hammerschläge überhaupt noch Nutzen bringen sollen. Die zu verbindenden Flächen schabt man mit der Kante einer Feile recht blank, jedoch ohne sie förmlich abzufeilen, auch ohne sie zu poliren. Der Hammerstreich auf die im Feuer gewesenen Flächen darf nicht so heftig sein, daß er eine Ausdehnung des Platins bewirkt.

Da die Gegenstände meist dünn sind, folglich die Hitze nicht lange behalten, so ist sehr wesentlich, daß man mit der größten Behendigkeit verfahre, wenn man die erhitzten Stücke aus dem Kohlenfeuer der Esse (oder, wenn sie sehr klein sind, aus der Flamme einer Glasbläserlampe) auf den Ambos bringt, um sie zu hämmern. Zu diesem Behufe muß man den Ambos ganz nahe an dem Orte haben, wo die Erhitzung vorgenommen wird. Ist die Schweißung durch eine einzige Hitze nicht vollständig zu bewerkstelligen, so wiederholt man das Verfahren. Uebrigens kann die Gestalt der zu schweißenden Theile nach den Umständen so sehr verschieden sein, daß ihre Behandlung auf dem Amboße in jedem einzelnen Falle der praktischen Beurtheilung überlassen bleiben muß. Einen Riß z. B. verschweißt man mit einem aufgelegten Streifchen Platinblech; ein kleines Loch mit einem hineingetriebenen und auf beiden Seiten vernieteten kurzen Drahtstückchen; ein größeres Loch mit einem aufgelegten und vorläufig angenieteten Plättchen; die Ränder zweier Platten oder anderer auf einander gelegter flacher Stücke nach vorgängigem Falzen oder Zusammennieten; u. s. w.

Außer dem Eisen, Stahl und Platin vermag man auch das Nickel und Kupfer zu schweißen, letzteres unter Verwendung von Phosphorsalz (phosphorsaures Natron-Ammoniak) als Schweißmittel. Dasselbe bildet mit dem im Feuer sich bildenden Kupferoxyd eine leichtflüssige Schlacke, welche die innige Berührung der metallischen Flächen ermöglicht, indem sie die weitere Oxydbildung verhindert und unter der Wirkung der Hammerschläge ausgepreßt wird [2]).

VI. Das Zusammenkitten und Verkitten (cimenter, luter, *cementing*).

Kitt (ciment, lut, *cement*) wird auf Metallen weniger zu selbständiger fester Verbindung, als hauptsächlich zum Dichtmachen der Fugen (gegen Durchziehen von Wasser, Luft, Gas, Dampf, Rauch) zwischen solchen Gegenständen angewendet, welche

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 182. — Ztschr. d. Ing. 1872, S. 713.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 445.

entweder schon durch ihr eigenes Gewicht fest auf einander ruhen, oder durch Schrauben, Nieten verbunden sind. Desgleichen bedient man sich der Kitte zur Befestigung von Metall auf und in Körpern anderer Art (Holz, Stein, Glas ꝛc.). Für diese verschiedenen Fälle werden mancherlei Arten von Kitt benutzt, über welche das Nachstehende wohl als eine Auswahl des Besten anzusehen sein möchte.

a) Eisenkitt, welcher Glühhitze aushält (zur Verbindung von Röhren u. dgl., welche im Feuer liegen): 4 Theile Eisenfeilspäne, 2 Th. Thon, 1 Th. zerstoßene Scherben von hessischen Schmelztiegeln, sämmtlich gut vermengt und mit gesättigter Kochsalzauflösung zu Teig gemacht, den man zwischen die Flantschen der Röhren legt und durch die Verbindungsschrauben zusammenpreßt.

b) Ofenkitt, zum Ausstreichen der Fugen an eisernen Stubenöfen: feingesiebte Holzasche wird mit gleichviel zerstoßenem gesiebten Lehm und etwas Salz vermengt; das Gemenge zum Gebrauch mit so viel Wasser angemacht, daß ein gut streichbarer Teig entsteht. (Das Salz hierbei wie in ähnlichen Kittmischungen befördert das Rosten der mit dem Kitt in Berührung stehenden Eisenflächen und somit die feste Anhaftung.) — Ein anderer der Hitze gut widerstehender Ofenkitt (den man aber sehr langsam trocknen lassen muß) wird durch innige Vermengung von Lehm, Sand, grober Eisenfeile, Salz, Kuhhaare und Blut dargestellt, wobei es auf genaue Verhältnisse nicht ankommt. — Einfacher ist folgende Zusammensetzung: Mit einem Klumpen nicht zu fetten Lehmes von der Größe zweier Fäuste knetet man einen Bogen graues grobes Löschpapier, den man vorher mit Milch angefeuchtet hat, so lange zwischen den Händen zusammen, bis die Fasern des Papieres sich gleichmäßig in dem Lehm vertheilt haben; dazu mischt man ferner 17,5g Kochsalz und 17,5g Eisenvitriol, beide fein gepulvert; endlich gibt man dem Ganzen durch Zusatz von Milch die zu bequemem Streichen dienliche Konsistenz.

c) Gewöhnlicher Eisenkitt (auf Guß- und Schmiedeisen, z. B. Wasserröhren, Dampfkessel, Dampfröhren, Kochgefäße ꝛc.): 2 Th. gepulverter Salmiak und 1 Th. Schwefelblumen werden genau vermengt und in einem verstopften Glase vorräthig gehalten. Zum Gebrauch vermengt man 1 Th. dieses Pulvers mit 20 Th. feinen Eisenfeilspänen und macht das Ganze mit Wasser an, dem der sechste Theil Essig oder eine sehr kleine Menge Schwefelsäure zugesetzt worden ist. Ganz frisch wird dieser Kitt in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die Berührungsflächen des Eisens gereinigt und womöglich etwas abgefeilt sind. Er erhärtet nach ein paar Tagen vollkommen und hängt sehr fest am Eisen, indem er mit diesem sowohl, als in sich selbst zusammenrostet (daher Rostkitt). Ausgezeichnet brauchbar ist auch folgendes ähnliche Rezept: 1 Th. Schwefel, 2 Th. Salmiak, 16 Th. Eisenfeile gemengt; zum Gebrauch die erforderliche Quantität dieses Gemenges mit dem gleichen Gewichte Eisenfeile sorgfältig vermischt und mit Wasser, dem einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt sind, zu dickem Brei angemacht. Ebenso: 100 Th. rostfreie Eisenfeilspäne (in deren Ermangelung fein zerstoßene Dreh- und Bohrspäne von Gußeisen) mit 1 Th. Salmiakpulver gemengt und mit Urin angefeuchtet. Zum Kitten feiner Gußstücke ersetzt man die groben Feilspäne zweckmäßig durch feinpulveriges Eisen (dem Ferrum pulveratum der Apotheken) und erhält so einen zarten und geschmeidigen Kitt. — Die Kitte unter a, b und c dürfen nicht eher der Hitze ausgesetzt werden, als nachdem sie gebunden haben und ausgetrocknet sind.

d) Wasserdichter Kitt (Ölkitt) für Metalle jeder Art, besonders zur Anwendung im Kleinen: Gemahlenes Bleiweiß (oder statt desselben Mennige) mit dickem Leinölfirniß zu einer steifen Salbe angerieben. Dieser Kitt trocknet zwar langsam, sitzt aber dann sehr fest und hält auch schon vor völligem Trocknen dicht. Zum Dichten der Fugen an Dampfröhrenleitungen, oder um die an solchen Röhren, an Dampfkesseln (außerhalb des Feuers), an Gasröhren sich zeigenden undichten Stellen schnell und dauerhaft zu verstopfen, eignet sich der vorstehende Kitt (dem man auch gemahlenen Gyps beimischen kann) gleichfalls; nicht minder sind dazu die folgenden wohlfeileren Mischungen empfehlenswerth: Bleiweiß, Braunstein und weißer Pfeifenthon zu gleichen Theilen innig vermengt, mit gutem Leinölfirniß angemacht; — 2 Th. Mennige, 5 Th. Bleiweiß, 4 Th. Thon, ebenfalls mit Leinölfirniß; — der sogenannte Diamantkitt aus 1 Th. Bleiglätte, 1 Th. Schlämmkreide, 3 Th. Graphit als feine Pulver gemengt und mit Leinölfirniß (etwa 1 Th.) zur plastischen Masse angemacht; — 6 Th. Graphit, 8 Th. Kalk, 8 Th. schwefelsaurer Baryt, 3 Th. gekochtes Leinöl; — 2 Th. Bleiglätte, 1 Th. sehr fein gesiebter oder geschlämmter Flußsand, 1 Th. gebrannter Kalk, mit Leinölfirniß angeknetet. — Feingepulvertes Zink mit Leinölfirniß angemacht. — Roggenmehl mit Leinölfirniß verrieben und dieser

Mischung unter fortgesetztem Mengen geschlämmte Kreide (ebensoviel als Mehl angewendet wurde) zugesetzt.

e) Wasserdichter Kitt zur Anwendung im Großen, z. B. zur Verbindung gußeiserner Wasserleitungsröhren: 24 Th. hydraulischer Kalk (römischer Zement), 8 Th. Bleiweiß, 2 Th. Silberglätte, 1 Th. Kolophonium, sämmtlich als feines durchgesiebtes Pulver innig mit einander vermengt; 20 bis 24 Th. dieses Gemenges mit 2 Th. alten Leinöles angemacht, welches man mit 1 Th. Kolophonium bis zu dessen Auflösung im Sieden erhalten hat. — Oder: gleiche Gewichte gebrannter Kalk, römischer Zement, Töpferthon und Lehm werden einzeln gut getrocknet, sehr fein gemahlen, gesiebt, aufs Innigste gemengt und schließlich mit Leinöl soviel als nöthig (ungefähr ein Sechstel des Gesammtgewichtes) angeknetet. Durch Vermehrung des Zementes in Verhältniß zu den übrigen Bestandtheilen gewinnt dieser Kitt an Güte.

f) Zink-Kitt (vergleiche unter d). Das in mehlartiges Pulver verwandelte Zink gibt auch mit Wasser angemacht ohne weiteren Zusatz einen guten Kitt zum Dichten von Dampfröhren u. dgl., der aber schnell angewendet werden muß, weil das Trocknen und Erhärten in sehr kurzer Zeit eintritt.

g) Harzkitt (zur Befestigung der Messer und Gabeln in silbernen Heften ꝛc.): 2 Th. schwarzes Pech in geschmolzenem Zustande mit 1 Th. feinen Ziegelmehles vermengt. Wird zur Anwendung durch Wärme flüssig gemacht und hält sogleich nach dem Erkalten fest.

h) Harzkitt zur Befestigung von Eisen an Stein oder Holz; 4 Th. schwarzes Pech, 1 Th. Wachs, 1 Th. Ziegelmehl; oder: 4 Th. schwarzes Pech und 1 Th. Schwefel zusammengeschmolzen, dann die zur gehörigen Konsistenz erforderliche Quantität eines Gemenges aus Eisenfeilspänen und Ziegelmehl (oder feinem Sande) eingerührt. — Kleine Gegenstände kittet man gut mit Schellack, welcher in sehr feines Pulver verwandelt, gesiebt und zum Gebrauch mit starkem Weingeist zu Brei angemacht wird; nachdem man ihn zwischen die zu verbindenden Theile gebracht hat, müssen diese bis zu vollendetem Trocknen aneinandergepreßt werden.

i) Zur Befestigung von Eisen in Stein dient sehr oft das Vergießen mit Gyps. Man meißelt in dem Steine ein gehörig weites und tiefes Loch aus, steckt in selbes das Eisen und verstreicht oder vergießt den leeren Raum mit in Wasser angerührtem Gyps, welchem man vorher ein Siebentel seines Gewichtes Eisenfeilspäne zusetzen kann, sofern die dadurch entstehenden Rostflecken nicht gescheut werden. Haltbarer, aber kostspieliger als Vergießen mit Gyps ist das ebenfalls gebräuchliche Vergießen mit Blei, welches jedoch den Uebelstand mit sich führt, daß zuweilen das Eisen in der Nähe des Bleies auffallend stark verrostet. Man wendet auch nicht selten Schwefel an, um Eisenwerk in Stein zu vergießen, bemerkt aber dann zuweilen, daß (in Folge der Ausdehnung des erstarrenden Schwefels) dünne Steintheile später zersprengt werden; diesem Uebelstande soll durch Beimischung von Eisenoxyd (Kolkothar) zum Schwefel vorgebeugt werden. Ein mehr zusammengesetzter Kitt für die in Rede stehende Anwendung wird bereitet durch Zusammenschmelzen von 4 Th. Kolophonium, 1 Th. Schellack, 2 Th. Elemi, 6 Th. Schwefel, und Hineinrühren von 10 Th. Ziegelmehl.

k) Messingene oder eiserne Fassungen (Beschläge) an Glasgeräthen werden in erwärmtem Zustande durch Schellack (statt dessen man zuweilen Siegellack oder ein durch Schmelzen bereitetes Gemenge von Schellack und sehr feinem Bimssteinpulver gebraucht), oder ohne Erwärmen durch Käsekitt (frischer noch ganz weicher Käse mit $^1/_3$ bis $^1/_4$ gebrannten Kalkes zusammengerieben und schnell verbraucht) befestigt. Eiweiß kann die Stelle des Käses vollkommen vertreten, ist eher zur Hand, aber kostspieliger. — Sehr gut ist für solche Fälle auch ein Kitt aus 4 Th. gelbem Harz und 1 Th. Wachs, welche man zusammenschmelzt und mit 1 Th geschlämmten Ziegelmehles oder Kreide innig vermengt; dünn auf die erwärmten Gegenstände aufgestrichen. — Oder: man läßt 8 Th. Tischlerleim in wenig Wasser weichen, erhitzt rasch zum Kochen und rührt 4 Th. Leinölfirniß oder 3 Th. venetianischen Terpentin hinein; dieser Kitt wird warm aufgetragen, die gekitteten Gegenstände muß man 2 bis 3 Tage lang zusammengebunden lassen. — Metallbuchstaben auf polirten Flächen von Stein, Glas, Holz ꝛc. zu befestigen, dient ein Kitt aus 15 Th. Kopalfirniß, 5 Th. Leinölfirniß, 3 Th. rohem Terpentinöl, 2 Th. rektifizirtem Terpentinöl, 5 Th. Tischlerleim in wenig Wasser aufgelöst, 10 Th. zu Pulver gelöschtem Kalk. Oder auch: 100 Th. feingepulverte Silberglätte und 50 Th. trockenes Bleiweiß werden innig gemischt und mit gekochtem Leinöl und Kopallack zu einem knetbaren Teig verarbeitet. — Kleine und dünne Blechplättchen mit den Flächen auf einander

zu kitten, eignet sich, wenn es auf schnelles Trocknen nicht ankommt, (warm angewendete) Hausenblase-Auflösung, der man ein wenig Scheidewasser zugesetzt hat; ohne diese (auf Bewirkung einer Oxydation berechnete) Beimischung geht die Hausenblase von blanken Metallflächen sehr leicht wieder los. Kitt zum vorläufigen Zumachen kleiner Risse oder Löcher in Metall erhält man, indem man Stärkemehl mit einer ziemlich concentrirten Lösung von Chlorzink zu einem Teig anrührt.

l) Um Leder auf Metall zu befestigen, bestreicht man letzteres mit einer heißen Leimauflösung, tränkt das Leder mit einem warmen Galläpfelaufguß, legt dann beide auf einander, preßt sie zusammen und läßt unter der Pressung trocken werden.

m) Kitt um Holz, Papier oder Tuch auf Eisen zu befestigen: 16 Theile Weizenmehl werden mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, den man kochen läßt, bis er dick wird; während des Kochens setzt man 1 Th. fein gepulvertes Kolophonium und 2 Th. durch Erwärmen dünnflüssig gemachten Terpentin zu, wonach noch eine halbe Stunde unter fleißigem Rühren gekocht wird. Gegen Nässe hält dieser Kitt nicht. Damit er bei der Aufbewahrung nicht eintrocknet, schlägt man ihn in ein stets feuchtes Tuch.

VII. Das Zusammenschrauben (viser, *screwing*).

Die Verbindung durch Schrauben wird in zahllosen Fällen angewendet, wo Theile einer Metallarbeit so zusammengefügt werden müssen, daß sie leicht wieder getrennt werden können; oder wo keine andere Verbindungsart ausführbar ist, weil die Arbeit nicht mit Hammerschlägen behandelt werden darf, um sie zu nieten, und weil auch eine Erhitzung nicht zulässig ist, um sie zu löthen. Sehr oft werden die Schraubengewinde an den zu vereinigenden Theilen selbst angebracht, namentlich wenn die Verbindung in einem einzigen Punkte genügend und wenigstens einer von beiden Theilen in seiner Umgebung der drehenden Bewegung fähig ist. Noch häufiger aber kommt der Fall vor, daß abgesonderte, selbständige Schrauben gebraucht werden, für welche man die Muttergewinde in die zu verbindenden Stücke schneidet. Bei nicht zu großen Arbeiten ist diese Methode die gewöhnlichste. Theils des bessern Aussehens wegen, theils damit die Schraubenköpfe keinem andern Theile im Wege stehen, werden sie meistentheils versenkt (S. 287, 312), wenn anders die vorhandene Metalldicke dies gestattet. Bei großen Gegenständen bedient man sich allgemeiner der sogenannten Schraubbolzen (boulons taraudés, *screw-bolts*), d. h. ganz durch das Metall hindurchgehender eiserner Spindeln, welche an einem Ende den Kopf, am andern Ende nur ein mäßig langes Schraubengewinde für eine vorzulegende Mutter (écrou, *nut*) besitzen. Unter letztere pflegt man dabei eine dünne Blechscheibe (Unterlegscheibe, rondelle, rosette, *washer*) zu legen, um beim Umdrehen der Mutter deren direkte Reibung an der Fläche des Gegenstandes zu verhindern.

Zum Ein- und Ausschrauben kleiner Verbindungsschrauben dienen Schraubenzieher (S. 311); für größere Schrauben sowie zum An- und Abschrauben der Muttern gebraucht man Schraubenschlüssel (S. 312): es gehören daher beiderlei Geräthe zu den wichtigsten Bedürfnissen der Werkstätten ꝛc. Der Schraubenzieher (tournevis, *screw driver, turn screw*)[1] ähnelt einem stumpfen Meißel und ist gewöhnlich mit einem hölzernen Hefte, zuweilen mit einem Quergriffe versehen; nicht selten wird er zu schnellerer Umdrehung in die Brustleier (S. 275) an Stelle des Bohrers eingesetzt. Kleine Schraubenzieher von sehr bequemer Gestalt sind aus einem etwa 100 ^{mm} langen Stücke Triebstahl (S. 209) herzustellen, welches man an einem seiner Enden gehörig dünn und platt zufeilt, am andern Ende mit einem messingenen Knöpfchen versieht; die gerippte Beschaffenheit ist zum Drehen zwischen den Fingern sehr geeignet. Dasjenige Ende der Schraubenzieher, welches in die Kerbe des Schraubenkopfes eingreift, muß jederzeit gehärtet und fast bis zu Federhärte nachgelassen sein, um thunlichst große Festigkeit und Härte mit geringer Sprödigkeit zu vereinigen.

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, XIV. 2. — Mittheilungen, Lief. 22 (1840), S. 113. — Polyt. Centr., Jahrg. 1841, Bd. 2, S. 885.

Ein sehr nützlicher Kunstgriff, um kleine eiserne oder stählerne Schräubchen schnell und sicher aufzunehmen und ohne Hülfe der Finger, sowie ohne Gefahr sie fallen zu lassen, an Ort und Stelle zu bringen, besteht darin, daß man den Schraubenzieher mit einem Magnete streicht. — Um an schwer zugänglichen Stellen — z. B. im Innern eines Rohres — Schrauben einzusetzen oder loszumachen, ist eine besondere Vorrichtung erdacht worden[1]).

Schraubenschlüssel (clef à vis, clef à écrous)[2]) sind von mannigfaltiger Gestalt und Einrichtung, entweder nur für Köpfe und Muttern von bestimmter Größe dienlich (*screw key*), oder zum Stellen für alle vorkommenden Größen berechnet (Englischer Schraubenschlüssel, Universal-Schraubenschlüssel, clef anglaise, clef universelle, *spanner*, *screw spanner*, *wrench*, *screw wrench*, *universal screw-wrench*).

VIII. Das Zusammenkeilen (Verkeilen).

Es besteht darin, daß man ein schlank verjüngtes Hülfsstück, den Keil (coin, *wedge*) in eine Oeffnung eintreibt, um zwei Bestandtheile so mit einander zu verbinden, daß sie im Erforderungsfalle schnell wieder getrennt werden können. Schrauben, welche denselben Zweck erreichen und mehr Festigkeit gewähren, werden in der Regel vorgezogen. Indessen sind, außer einigen Fällen, wo eigentliche Keile angewendet werden (z. B. bei Befestigung größerer Räder auf ihren Wellen), vorzüglich die sogenannten Vorsteckstifte (goupille, *pin*), welche bei kleinen Arbeiten, z. B. der Uhrmacher — und die Vorstecknägel, Splinte (clavette, *fore-lock*), welche in größerem Maßstabe auf die bekannte Weise gebraucht werden, hier anzuführen.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 65, S. 321.

[2]) Technolog. Encyklopädie, XIV. 16. — Karmarsch, Mechanik, S. 93. — Jahrbücher, II. 379; VII. 290; XV. 136. — Mittheilungen, Lief. 16 (1838), S. 184; Jahrg. 1859, S. 35; 1864, S. 141, 143. — Gewerbeblatt für das Königr. Hannover 1843, S. 62. — Polyt. Mittheilungen, I. 232. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 15; Bd. 84, S. 424; Bd. 87, S. 249; Bd. 105, S. 248; Bd. 111, S. 265; Bd. 113, S. 98; Bd. 121, S. 330; Bd. 123, S. 415; Bd. 124, S. 163; Bd. 125, S. 6, 7; Bd. 131, S. 266; Bd. 140, S. 92; Bd. 153, S. 182; Bd. 160, S. 184; Bd. 161, S. 86; Bd. 166, S. 255; Bd. 167, S. 172; Bd. 171, S. 177, 275; Bd. 176, S. 101; Bd. 190, S. 274; Bd. 195, S. 297; Bd. 196, S. 418; Bd. 206, S. 295; Bd. 207, S. 449. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1851, S. 604; 1852, S. 36. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 297; 1842, Bd. 1, S. 399; Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 122, 220, 542; Bd. V. (1845), S. 544; Jahrg. 1847, S. 674, 814; 1848, S. 1205; 1849, S. 663, 707, 708; 1851, S. 1159; 1852, S. 336, 604, 806; 1854, S. 779; 1856, S. 328, 329, 1316, 1317; 1857, S. 549, 1623; 1859, S. 239, 643; 1861, S. 374, 1253; 1862, S. 444; 1864, S. 35, 586; 1871, S. 959. — Brevets, LXV. 118; LXVI. 473; LXXI. 220; LXVXXIII. 36. — Brevets 1844, T. 13, p. 61; T. 23, p. 33; T. 31, p. 400; T. 45, p. 153; T. 48, p. 27. — Génie ind., II. 306; IV. 107; XXVII. 266. — Jobard. Bulletin, T. 20, p. 361; T. 40, p. 103; T. 42, p. 19; T. 43, p. 77, 173; T. 45, p. 192. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 1. — Schweiz. Z. 1861, S. 36; 1864, S. 17. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 165; 1862, S. 214; 1864, S. 545. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 99, 111.

Fünftes Kapitel.

Operationen zur Verschönerung, Verzierung und äußeren Vollendung der Metallarbeiten.

Die Arbeiten, welche hierher gehören, sind sehr mannigfaltig und machen in der Regel den Beschluß der ganzen Reihe von Operationen, welchen die Metallfabrikate unterworfen werden müssen, um zu ihrer Vollendung zu gelangen. Selbst die Zusammenfügung der Bestandtheile (welche der Gegenstand des vorigen Kapitels war) geht meistens diesen Arbeiten voraus; nur wenn die Vereinigung durch Zusammenschrauben bewirkt wird, ist es sehr oft zweckmäßiger und gewöhnlicher, die Bestandtheile einzeln ganz zu vollenden und sie dann erst zusammenzusetzen. Dies hängt natürlich wesentlich von der Beschaffenheit des bearbeiteten Gegenstandes ab.

Die Verfahrungsarten, welche in dem gegenwärtigen Kapitel zu erläutern sind, haben zum Zwecke:

a) auf chemischem Wege den Metallarbeiten eine blanke Oberfläche und reine Metallfarbe zu geben (Abbeizen — Gelbbrennen des Messings und Tombaks — Weißsieden des Silbers — Sieden und Färben der Goldarbeiten);

b) durch mechanische Mittel den Gegenständen nebst blankem Ansehen auch große Glätte oder selbst Glanz zu verschaffen (Schaben — Schleifen — Poliren);

c) die Oberfläche mit vertieften oder erhabenen Zeichnungen zu versehen (Graviren — Guillochiren — Aetzen);

d) die Oberfläche ganz oder theilweise mit verschiedenen Stoffen zu überziehen, wodurch entweder das Ansehen verschönert oder der nachtheilige Einfluß von Luft und Feuchtigkeit ꝛc. auf das Metall abgehalten werden soll (Verzinnen — Verzinken — Verbleien — Verkupfern — Vernickeln — Ueberziehen mit Eisen — Ueberziehen mit Messing und anderen Legirungen — Vergolden — Versilbern — Platiniren — Irisiren — Emailliren — Einlassen mit Farben — Bronziren — Brüniren — Schwärzen der Eisenwaren — Anstreichen, Firnissen und Lackiren).

Es ist begreiflich, daß viele Metallarbeiten mehr als einer der hier aufgezählten Bearbeitungsweisen unterworfen werden: die Ordnung, in welcher dann die einzelnen Behandlungen auf einander folgen, ergibt sich aus der Natur der Sache selbst.

I. Abbeizen, Abbrennen, Gelbbrennen (décaper, décapage, dérochage, *pickling*, *dipping*).

Um eine durch Glühen im Laufe der Bearbeitung auf den Metallgegenständen erzeugte dünne Oxydkruste wegzuschaffen und die reine Metalloberfläche bloßzulegen, gibt es oft kein einfacheres Mittel als die Auflösung des Oxydes (Zunders) durch eine schwache Säure: dieses Verfahren heißt im Allgemeinen Abbeizen, Blankbeizen oder schlechtweg Beizen. Ein Sauerwasser, bereitet durch Einweichen und Gäh-

ren von Gersten- oder Roggenschrot unter Zusatz von Sauerteig, wird manchmal zu diesem Zwecke gebraucht, häufiger jedoch verdünnte Schwefelsäure. Dieses Verfahrens ist in Betreff der Drähte und Bleche aus Messing und Tombak, sowie der Eisendrähte, an früheren Stellen bereits gedacht. Auch Kupferarbeiten macht man durch Einlegen in verdünnte Schwefelsäure blank. In allen diesen Fällen pflegt man dem Wasser nur wenig Schwefelsäure (1 bis 5 Prozent seines Gewichtes) zuzusetzen und lieber eine etwas längere Zeit auf die Einwirkung hingehen zu lassen.

Wird mit Glühspan überzogenes Eisen in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, so tritt unter Entwickelung von Wasserstoffgas eine nicht unbeträchtliche Auflösung auch des unter dem Glühspan liegenden Metalles ein, weil dieses von der Säure stark angegriffen wird, was hingegen bei Kupfer und Kupferlegirungen nicht der Fall ist. Daher wird vom Abbeizen des Eisens, außer in der Drahtzieherei und als Vorbereitung zum Verzinnen der Bleche rc., sehr wenig Gebrauch gemacht: man entschließt sich lieber, den Glühspan durch Abscheuern mit Sand oder durch Abfeilen zu entfernen. Enthält aber die aus Schwefelsäure (oder Salzsäure) und Wasser gemischte Sauerbeize nebenbei gewisse organische Stoffe, so fällt bei deren Einwirkung auf das Eisen von letzterem der Glühspan ab, ohne daß metallisches Eisen in merklicher Menge aufgelöst wird, wie man aus der alsdann nicht Statt findenden Wasserstoffgas-Entwickelung erkennt. Das bei der Raffinirung des Rüböles durch Schwefelsäure sich ergebende Sauerwasser verhält sich ziemlich auf solche Weise; vollkommen aber ist der Erfolg, wenn man dem Gemische aus reiner Säure und Wasser eine nicht zu geringe Menge Holztheer oder Steinkohlentheer (als die wohlfeilsten und gelegensten unter den mancherlei anwendbaren Substanzen) zusetzt. Durch Benutzung dieser Erfahrung möchte für das Abbeizen eiserner Gegenstände eine weit allgemeinere Anwendung eröffnet sein, als bisher der Fall gewesen ist, und zugleich der Gebrauch eines galvanischen Apparates, den man in gleicher Absicht empfohlen hat [1]), überflüssig werden.

Gegossene Gegenstände aus Messing und Tombak, welche keiner Bearbeitung durch Feilen, Abdrehen rc. unterliegen, müssen durch Beizen von der bräunlich, röthlich oder bunt angelaufenen Haut befreit werden, mit welcher sie aus der Gießform kommen. Die aus Messing- oder Tombak-Blech und Draht verfertigten Arbeiten, welche gewöhnlich zum Löthen oder um sie durch Ausglühen weich zu machen, haben in das Feuer kommen müssen, sind mehr oder weniger mit einer schwärzlichen Oxydkruste bedeckt, welche zuletzt weggebeizt wird. Meistentheils geht man in diesen Fällen nicht bloß darauf aus, die Oxydkruste zu beseitigen und die Naturfarbe des darunter liegenden Metalles zum Vorscheine zu bringen, sondern es tritt gewöhnlich — sei es daß die Gegenstände nachher mit einem durchsichtigen Firniß überzogen, oder daß sie vergoldet werden sollen — die Absicht hinzu, die eigentliche Messing- oder Tombakfarbe in ein höheres und feuriges Gelb zu verwandeln. Das hierzu dienliche Verfahren wird **Gelbbrennen** oder **Abbrennen** genannt und besteht in der Anwendung zweier verschiedener Beizflüssigkeiten auf die vorläufig (zur Zerstörung anhängender Schmutz- und Fett-Theile) schwach ausgeglühten Gegenstände. Durch eine schwache Beizflüssigkeit (**Vorbeize**), in welcher man sie entweder bloß durch Eintauchen behandelt, oder erforderlichen Falles eine Stunde, auch länger liegen läßt, wird zuerst die oxydirte Kruste größtentheils weggeschafft; die schöne Farbe des Metalles entsteht dann durch schnelles und fast nur augenblickliches Eintauchen in eine starke Säure (die sogenannte **Schnellbeize**), worauf man die Stücke sogleich sorgfältig in reinem Wasser abspült und endlich mit Sägespänen abtrocknet. Die erwähnte Vorbeize besteht aus verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Theil Vitriolöl ungefähr 8 bis 10 Theile Wasser), zuweilen aus einer Auflösung von 1 Th. Weinstein in 30 Th. Wasser, welche man kochend auf die Gegenstände gießt. Die Schnellbeize ist entweder Salpetersäure (von etwa 36 Grad am Baumé'schen Aräometer, d. i. vom spezif. Gewichte 1,324), oder ein Gemisch von Salpetersäure (gewöhnlichem Scheidewasser) und konzentrirter Schwefelsäure (Vitriolöl). Im letzteren Falle ist das Verhältniß der beiden Säuren zu einander durchschnittlich so, daß auf 1 Theil Schwe-

[1]) Jobard, Bulletin, XXV. 11.

felsäure 2 Theile Salpetersäure kommen. Dieses Verhältniß ist nicht ohne Einfluß auf die Art der Farbe, welche das Messing in der Beize erhält: bei geringerer Menge von Schwefelsäure fällt dieselbe mattgelb, bei etwas mehr Schwefelsäure höher und glänzender aus; hierbei ist natürlich auch die Stärke der Salpetersäure von bedeutendem Einflusse. Man setzt öfters etwas Kochsalz und Ofenruß (Glanzruß von Holzfeuerung) zu, wahrscheinlich ohne wesentlichen Nutzen. Auffallend gute Wirkung soll dagegen eine Schnellbeize haben, welche man aus gewöhnlicher starker Salpetersäure und Schnupftaback oder feinen Holzsägespänen (1 Theil auf 11 Th. Säure) zusammenmischt; dabei beruht der Nutzen dieses Zusatzes wohl auf Zersetzung von Salpetersäure und Entbindung von salpetriger Säure oder Stickstoffoxyd.

Wenn der Schnellbeize Kochsalz zugesetzt wird, so entwickelt dieses bei seinem Zusammenwirken mit der Schwefelsäure und Salpetersäure eine entsprechende Menge Chlor, welches in der Flüssigkeit bleibt. Dieselbe Wirkung hat eine Beimischung von Salzsäure, die von einigen empfohlen wird (20 Theile Salpetersäure, 6 bis 10 Th. Schwefelsäure, 1 Th. Salzsäure und 1 Th. Glanzruß).

Beim Gelbbrennen einer größeren Menge von Gegenständen verfährt man auf die Weise, daß man sie — kleine Stücke zu mehreren auf ein Mal an einem Drahte hängend oder in einer irdenen Henkelschale mit vielfach durchlöchertem Boden liegend — in eine mit der Vorbeize gefüllte steingutene Schale oder Schüssel einige Sekunden lang eintaucht, dann eben so lange in eine andere Schale mit der Schnellbeize einhält, ferner in vier Eimern voll Wasser der Reihe nach abspült, und endlich in einen fünften mit reinem Wasser gefüllten Eimer wirft. Hat sich hier eine große Anzahl Stücke gesammelt, so trocknet man sie in einem Kasten mit Tannenholz-Sägespänen und trennt zuletzt die anhängenden Späne durch Schütteln in einem Siebe. Befinden sich an den messingenen Gegenständen Eisentheile, wie z. B. bei Nägeln mit Messingköpfen, so erlangen erstere leicht eine unansehnliche röthliche Farbe oder derartige Flecken, weil in dem ersten bald stark kupferhaltigen Spülwasser das Eisen eine Niederschlagung von Kupfer bewirkt. Dies wird vermieden, indem man das Spülen nicht durch Eintauchen, sondern unter einem starken aus einem Hahne laufenden Wasserstrahl bewerkstelligt. Sind an den gelbgebrannten Gegenständen einzelne Theile mit dem Polirstahle zu poliren, so nimmt man sie dazu unmittelbar aus dem Wasser und trocknet sie erst nach dem Poliren in Sägespänen ab. Das Auftragen eines Firnisses oder das Vergolden muß sogleich nach dem Abtrocknen Statt finden, und man muß es vermeiden, die Stücke voraus unnöthiger Weise trocken liegen zu lassen, damit sie nicht anlaufen oder schmutzig werden. — Beim Eintauchen der Messing- und Tombak-Waren in die Schnellbeize entwickeln sich starke rothe Dämpfe von salpetriger Säure (welche man einzuathmen sich hüten muß); alter, schon oft gebrauchter Beize, welche diese Dämpfe nur in geringer Menge entwickelt, muß ein neuer Antheil Scheidewasser zugesetzt werden. Doch bemerkt man, daß in einer alten Beize zuletzt das Messing eine unansehnliche röthliche Farbe erhält (indem das Zink des behandelten Messings aufgelöstes Kupfer niederschlägt): in diesem Falle ist die Flüssigkeit nicht ferner zu gebrauchen. Durch alte Beize oder durch zu langes Verweilen in einer an sich noch guten Beize erhält das Messing oft ein trübes schwärzlichgraues Ansehen oder wenigstens derartige Flecken. Diesem Uebel hilft man am schnellsten und sichersten dadurch ab, daß man die mißlungenen Stücke getrocknet in Chlorzinkauflösung taucht, nach dem Herausnehmen bis zum völligen Trockenwerden schwach erhitzt und endlich in Wasser spült, worauf die reine gelbe Farbe erscheint. — Es ist durch Versuche erwiesen, daß beim Gelbbrennen die Schnellbeize Zink und Kupfer aus dem behandelten Messing nicht in dem Verhältnisse auflöst, wie sie darin enthalten sind, sondern Zink zu merklich größerem Antheile, wonach die Oberfläche der Gegenstände kupferreicher wird, als die innere Masse ist. Hierauf muß wohl wesentlich die Verschönerung der Farbe beruhen, zu welcher vielleicht nebenher auch die entstehende feine Rauhigkeit der Fläche etwas beitragen kann.

Ein besonderes Verfahren wird beim Gelbbrennen solcher Messingartikel befolgt, welche ein feines zartes Matt bekommen sollen; es geschieht dieses **Mattbrennen** auf folgende Weise: die gegossenen oder aus Blech gearbeiteten Gegenstände werden zuerst in verdünnter Schwefelsäure wie gewöhnlich abgebeizt, dann auf die übliche Weise mit einem Gemisch von Salpetersäure (zu 36° Baumé) und konzentrirter Schwefelsäure gelbgebrannt. Sowie sie hiernach in Wasser gehörig abgespült sind, taucht man sie in nachstehend beschriebene **Mattbeize** und läßt sie darin bis das

anfangs entstehende Aufbrausen und die damit verbundene Entwickelung rother Dämpfe aufhört. Dies dauert etwa 1/2 Minute oder länger. Dann zieht man sie heraus und spült sie in Wasser ab. Sie haben jetzt eine matte hellbraune Farbe. Zuletzt müssen sie nun noch einmal wie beim gewöhnlichen Gelbbrennen behandelt, d. h. in die Mischung von etwa 2 Theilen Salpetersäure und 1 Theil Schwefelsäure eingetaucht und gut in Wasser abgespült werden, wodurch das schöne gelbe Matt zum Vorschein kommt, welches durch einen daraufgesetzten Firniß geschützt wird. — Die Mattbeize wird auf folgende Weise bereitet: Man löst 1kg Zink in 3kg Salpetersäure von 36° Baumé auf und gießt diese Auflösung zu einer Mischung von 8kg Salpetersäure mit 8kg Schwefelsäure in eine große Porzellanschale. Die Schale wird dann auf Feuer gesetzt, der Inhalt zum Sieden erhitzt und während des Gebrauches beständig im Sieden oder ganz nahe am Sieden erhalten.

Argentan wird, um eine schöne weiße Farbe zu bekommen, auf ähnliche Weise abgebeizt wie Messing. Als Vorbeize bedient man sich aber hierzu der verdünnten Salpetersäure (1 Theil käufliches Scheidewasser, 12 Th. Wasser); als Schnellbeize einer Mischung aus gleich viel Scheidewasser und Vitriolöl.

II. Sieden oder Weißsieden des Silbers (*blanchir, blanchiment, blanching*).

Die aus legirtem Silber verfertigten Gegenstände sind theils — insofern sie während der Bearbeitung geglüht werden mußten — mit einer dünnen schwarzen oder schwarzbraunen Haut von Kupferoxyd überzogen, theils besitzen sie, wenn sie auch durch Feilen, Schaben ꝛc. blank gemacht sind, keine reine Silberfarbe, sondern sind desto mehr röthlich weiß, je größer der Kupferzusatz in der Legirung ist. Gleichwohl wünscht man allen Silberwaren das schöne Ansehen zu verschaffen, welches dem feinen Silber eigenthümlich ist. Dieser Zweck wird erreicht, indem man, durch ein Auflösungsmittel, von der äußeren Oberfläche der Gegenstände das in der Legirung befindliche Kupfer wegschafft und dadurch bewirkt, daß die zurückbleibende sehr dünne Haut von feinem Silber die wahre Farbe des Metalles verdeckt. Damit jenes Auflösungsmittel (der Sud) gehörig auf das Kupfer zu wirken vermag, muß letzteres durch Glühen oxydirt sein; deshalb, sowie um allen Schmutz, welcher die vollkommene Wirkung des Sudes verhindern könnte, zu zerstören, werden die Stücke vor dem Sieden mäßig und kurze Zeit geglüht. Nur solche Gegenstände, welche Elastizität oder Steifheit behalten sollen (wie die dünnen Uhrzifferblätter u. m. a.) dürfen nicht geglüht werden. Zum Sieden selbst wird eine säuerliche Flüssigkeit angewendet, welche wohl das Kupferoxyd aber nicht das Silber auflösen kann. Mehrere Zusammensetzungen sind hierzu geeignet. Am gewöhnlichsten gebraucht man eine Auflösung von Weinstein (1 Theil) und Kochsalz (2 Th.) in Wasser (32 bis 48 Th.), worin man, nachdem sie in einem kupfernen Gefäße zum Kochen erhitzt ist, das Silber so lange liegen läßt, bis es beim Herausziehen blank erscheint. Die hierzu erforderliche Zeit ist nach dem Feingehalte des Silbers verschieden und beträgt z. B. bei 12- oder 13löthigem Silber etwa 8 Minuten. — Sehr wirksam ist zum Weißsieden die verdünnte Schwefelsäure, welche man aus Vitriolöl und Wasser in solchem Verhältnisse zusammenmischt, daß das Gemisch einem sehr scharfen Essig an Geschmack gleicht (dem Gewichte nach ungefähr 40 Theile Wasser auf 1 Theil Vitriolöl). — Das saure schwefelsaure Kali ist sehr gut anwendbar und wirkt so stark, daß dessen Auflösung in Wasser gar nicht erwärmt zu werden braucht.

Durch einmaliges Sieden erlangen die Silberwaren gewöhnlich noch nicht eine genügende Weiße. Man reibt sie daher mit feinem Sande (oder, wenn die Oberfläche nicht glatt sondern verziert ist, mit einer Kratzbürste von Messingdraht) ab, glüht sie abermals und wiederholt das Sieden. Oefters wird das Glühen und Sieden sogar zum dritten Male vorgenommen. Arbeiten, welche matt bleiben sollen, werden vor dem zweiten Sieden mit einem Brei aus Wasser und Pottasche (oder gebranntem Weinstein, was

wesentlich das Nämliche ist) bedeckt, geglüht und in Wasser abgelöscht. Das Sieden wird sodann auf die gewöhnliche Weise vorgenommen. Die Pottasche wirkt durch ihre Fähigkeit, Kupferoxyd aufzulösen, und verleiht der Metallfläche ein gleichförmigeres und schöneres Matt.

Statt des Weißsiedens wird oftmals das Verfahren angewendet, die Gegenstände aus legirtem Silber mit einer galvanischen Versilberung zu versehen, was bei blank geschliffenen Sachen schon deshalb sich empfiehlt, weil in diesem Falle das vorgängige Glühen erspart wird.

III. Sieden und Färben des Goldes.

Die Goldarbeiten bestehen aus einem Gemische von Gold und Kupfer, oder — noch öfter — Gold, Silber und Kupfer (S. 66). Bei dem während der Bearbeitung wiederholt vorfallenden Glühen oxydirt sich das Kupfer und bewirkt ein grau- oder braunschwarzes Ansehen der Oberfläche. Vor der gänzlichen Vollendung der Gegenstände muß die Oxyddecke weggeschafft und die natürliche Farbe der Legirung hervorgerufen werden. Dies ist die Absicht beim Sieden der Goldarbeiten, welches gewöhnlich mit stark verdünnter Salpetersäure (Stärkewasser, eau-seconde) vorgenommen wird. Man kann sich aber auch der verdünnten Schwefelsäure bedienen. Beide Säuren werden mit so viel Wasser gemischt, daß sie die Schärfe eines guten Essigs erhalten. Die Arbeitstücke werden schwach geglüht und nach dem Erkalten in der sauren Flüssigkeit gekocht, bis sie ganz rein und blank metallisch erscheinen.

Wenngleich durch das Sieden ein kleiner Antheil Kupfer von der Oberfläche des legirten Goldes entfernt worden ist, so reicht dies doch nicht hin, um die natürliche Farbe des Metalles wesentlich zu verändern. Diese Farbe ist aber, je nach Beschaffenheit des Zusatzes, hellgelb oder röthlichgelb, ja oft dem Kupferrothen einigermaßen nahe kommend (S. 67). Sehr oft will man, daß die Arbeitstücke mit dieser ihrer natürlichen Farbe erscheinen sollen; in anderen Fällen dagegen wird gefordert, daß das äußere Ansehen der Gegenstände dem des feinen (unlegirten) Goldes gleiche, welches sich durch die bekannte hochgelbe Farbe auszeichnet. Die Operation, durch welche dieser Zweck erreicht wird, heißt das Färben des Goldes (mise en couleur, *colouring)* und besteht darin, daß man auf der Oberfläche ein sehr dünnes Häutchen reinen Goldes erzeugt. Dies geschieht aber durch die Vereinigung zweier Wirkungen, indem man 1) von der Oberfläche der Goldarbeiten einen Theil des in der Legirung enthaltenen Kupfers und Silbers entfernt und 2) dagegen eine sehr feine und gleichmäßige Schicht reinen Goldes auf diese Oberfläche ansetzt. Man behandelt in dieser Absicht die nach obiger Anweisung gesottenen Goldwaren mit einem Auflösungsmittel (Farbe, Goldfarbe, couleur, couleur à bijoux, *colour, gold-colour)*, welches nicht nur Kupfer und Silber, sondern in geringem Maße auch Gold auflösen kann; das Gold, welches aufgelöst worden ist, schlägt sich größtentheils wieder auf die Stücke selbst nieder, in ähnlicher Weise wie man bemerkt, daß ein blankes Eisenstück in einer kupferhaltigen Flüssigkeit sich mit Kupfer bedeckt.

Die Farbe der Goldarbeiter ist nach älterer Art ein fein gepulvertes Gemenge von 2 Theilen Salpeter, 1 Th. Kochsalz und 1 Th. Alaun, welches insbesondere Weißfarbe genannt wird, zum Unterschiede von der Grünfarbe, deren unten gedacht werden soll. Das Gold, welches man färben will (mettre en couleur), muß vorher gereinigt und gesotten werden. Man bringt daher in einer kleinen eisernen Kasserole so viel Wasser zum Kochen als eben nöthig ist, die Goldware zu bedecken, sättigt dasselbe mit Borax und legt die Gegenstände hinein, nimmt sie aber sogleich wieder heraus und glüht sie in frischem Kohlenfeuer, löscht sie rothglühend in Wasser ab und siedet sie schließlich (am besten in einer bleiernen Schale) mit verdünnter Schwefelsäure oder (in einer Porzellanschale) mit verdünnter Salpetersäure, wodurch das auf der Oberfläche oxydirte Kupfer aufgelöst wird. Man reiht sie dann auf dünne Platindrähte und bewahrt sie bis zum Färben — falls dies nicht sogleich vorgenommen werden kann — unter reinem Wasser auf, um allen Schmutz abzuhalten.

Von der Farbe nimmt man das sechsfache Gewicht der darin zu behandelnden Goldware (obschon dies nicht ein unumstößliches Verhältniß sein kann, da der Bedarf

sich nach der Oberflächengröße und nicht nach dem Gewichte der Gegenstände richtet), über gießt sie in einem irdenen Topfe mit wenig (auf 32 Th. Farbe 5 Th.) Fluß- ode Regenwasser und läßt sie aufweichen, stellt den Topf auf Kohlenfeuer und fügt, wen der Inhalt zu steigen anfängt, etwas Salzsäure vom spezifischen Gewichte 1,16 (auf 2 Th. Farbe 1 Th.) unter Umrühren hinzu. Das Gemisch (sauce) ist nun zum Gebrauch bereit. Man senkt die an dem Platindrahte hängenden Gegenstände in den fortwähren gelinde kochenden Brei, bewegt sie drei Minuten lang darin herum, zieht sie heraus un begießt sie rasch über dem Farbetopfe mit ein wenig heißen Wassers, spült sie unverweil in einer größeren Menge heißen Wassers ab und bringt sie von Neuem in die Farbe Dieses Abspülen wird von Minute zu Minute wiederholt und das Verfahren in beschrie bener Weise so lange fortgesetzt, bis der richtige schöne Farbenton zum Vorschein gekom men ist. Nach dem letzten Spülen legt man die Ware, die nun hochgelb und matt er scheint, in kaltes reines Wasser und trocknet sie endlich mittelst erwärmter feiner Säge späne von Buchenholz.

Nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren besteht die Farbe nur aus Salpeter, Kochsalz und Salzsäure. Man nimmt (auf 55 g Goldware) 115 g über Feuer abge knistertes Kochsalz und 230 g Salpeter, reibt sie trocken gut zusammen, läßt sie in einem irdenen Topfe mit ein wenig Wasser kochen und rührt so lange, bis das Ganze zu einem trockenen Pulver geworden ist; dann gießt man 172 g rauchende Salzsäure (sp. G. 1,165) hinzu, läßt bis zur völligen Auflösung und sehr merklicher (durch den Geruch erkennbarer) Entwickelung von Chlorgas sieden, bringt nun die Goldware hinein und bewegt sie fleißig herum, indem man sie nur zuweilen auf einen Augen blick hebt, um das Hervorkommen der hochgelben Farbe zu beobachten. Gewöhnlich nach 5 bis 6 Minuten, während die Flüssigkeit stetig kocht und Chlorgas nebst sal petrigsaurem Dampf ausstößt, ist das Geschäft vollendet: man spült die Gegenstände so rasch als möglich in zwei Gefäßen mit kochendem Wasser, unmittelbar hernach in einer großen Menge kalten Wassers, und taucht sie endlich noch ein Mal in reines kochendes Wasser, damit sie beim Herausziehen schnell von selbst abtrocknen. Wasser während des Verweilens der Ware in der Farbe zuzusetzen, muß thunlichst vermieden werden, ist aber nöthig, wenn die Masse durch das Einkochen zu steif wird; das zu gefügte Wasser muß jedenfalls kochend sein. Die gelötheten Stellen färben sich anfangs schwärzlich, werden aber nachher ebenfalls gelb. Gegenstände, welche vorher glanz geschliffen waren, kommen fast völlig glänzend aus der Farbe und bedürfen höchstens einer geringen nachträglichen Bearbeitung mit der Kratzbürste. Die gebrauchte Farbe kann nicht ein zweites Mal angewendet werden, wird aber wegen ihres Goldgehaltes zurückgestellt.

Sehr stark legirtes Gold (unter 14 Karat oder 0,583 fein) wird durch die Behand lung in der Farbe schwarz und unansehnlich, läßt sich daher nicht färben, weil der große Kupfergehalt ein Hinderniß ist. Der chemische Vorgang beim Färben ist folgender: Der Salpeter wird durch einen Antheil Salzsäure zersetzt und entwickelt Salpetersäure, durch deren Einwirkung auf einen anderen Theil Salzsäure Chlor frei wird; dieses verbindet sich mit Kupfer, Silber und Gold. Kupfer und Silber bleiben in der Flüssigkeit (welche namentlich durch die Gegenwart des Kochsalzes fähig ist, das erzeugte Chlorsilber zum Theil aufzunehmen); das Gold aber schlägt sich größtentheils wieder auf die Arbeit stücke nieder. Ein Goldgehalt der Farbe ist demnach wesentlich; deshalb enthält auch die gebrauchte Farbe eine kleine Menge Gold, welches darin theils aufgelöst, theils in me tallischer Gestalt mechanisch eingemengt ist. Zuweilen beträgt die Menge des Goldes in 1 kg alter Farbe 3 g. Man kann dasselbe gewinnen, indem man die Farbe mit einer kleinen Menge Königswasser vermischt (um das nur eingemengte Gold aufzulösen), mit reinem Wasser völlig flüssig macht, filtrirt und durch Eisenvitriol-Auflösung niederschlägt. In dem weißen Bodensatze, welcher sich in der gebrauchten Farbeflüssigkeit findet, ist nebst Kochsalz und Salpeter eine kleine Menge Chlorsilber enthalten, welches zurückbleibt, wenn dieser Bodensatz durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird.

Die sogenannte Grünfarbe, welche jetzt außer Gebrauch gekommen ist, weil sie leicht dem Golde eine ungleiche und fleckige, wenngleich übrigens sehr schöne Farbe er theilt, hat folgende Zusammensetzung. Drei Theile Salmiak, ein Theil Salpeter, drei Theile Grünspan und ein Theil Eisenvitriol werden fein gepulvert und gemengt, mit Essig zu einem Brei angemacht, mittelst eines Pinsels möglichst gleichmäßig auf die

Arbeit aufgetragen, wonach man letztere bis zum Schwarzwerden der Masse über Kohlenfeuer erhitzt, in Wasser ablöscht und abspült. —

Die gefärbten Goldarbeiten erscheinen — wenn die Operation gelungen ist — mit einer gleichförmigen, feurigen und hochgelben Farbe. Sollen an gefärbten Gegenständen einzelne Theile mit der natürlichen rothen Farbe des legirten Goldes sich zeigen, so werden dieselben abgeschabt, wodurch die feine Goldhaut von der Oberfläche weggenommen wird.

Der Zweck des Färbens der Goldwaren kann auch dadurch erreicht werden, daß man dieselben — durch Sieden völlig blank gemacht — mit einer schwachen galvanischen Vergoldung versieht (wovon weiter unten gehandelt wird); der so erhaltene Goldüberzug sitzt aber weniger fest darauf.

IV. Schaben (gratter, râcler, *scraping*).

Arbeiten aus weichen Metallen verschafft man oft das blanke metallische Aussehen und einen gewissen Glanz durch Abschaben der Oberfläche mit scharfen stählernen Werkzeugen, wodurch zarte Späne, etwa auf ähnliche Weise wie durch ein gelinde angreifendes Hobeleisen, weggenommen werden. — Die Kupferschmiede bedienen sich dieses Verfahrens, um von manchen ihrer Arbeiten den Glühspan abzunehmen und die Oberfläche derselben blank zu machen. Die Schabeisen (râcloir), welche hierzu gebraucht werden, haben theils eine gerade, theils eine krumme Schneide und stecken in ziemlich langen hölzernen Stielen, damit man sie leicht in das Innere von Gefäßen einführen kann. — Von den Zinngießern werden solche Gegenstände, welche nicht rund sind, also nicht auf der Drehbank abgedreht werden können (z. B. Löffel, eckige, ovale und geschweifte Gefäße ꝛc.), durch Schaben mit stählernen Klingen (den Ziehklingen der Tischler gleichend) glatt und glänzend gemacht; desselben Werkzeuges bedienen sich die Orgelbauer zum Glattschaben ihrer gegossenen Zinnplatten nach dem Abhobeln, bevor sie dieselben poliren. — Manche einfache Messinggußwaren werden, wenn ihre Gestalt es erlaubt, geschabt (statt abgefeilt), z. B. Thür- und Fenstergriffe, Schlüssellochschilder ꝛc. Der Schaber — eine kurze stählerne Klinge mit etwa 30 mm breiter (gerader oder schwach bogenförmiger) Schneide — ist hierzu an einem gegen 600 mm langen eisernen Hebel, 150 bis 200 mm von dessen Drehpunkt entfernt, angebracht. Der Drehpunkt wird durch Einhängen des hakenförmigen Hebelendes in einen am Werktische befindlichen Ring gebildet. Mit der rechten Hand faßt und bewegt der Arbeiter den Hebel an seinem anderen Ende, an welchem ein hölzernes Heft sitzt; mit der Linken hält er ein gegen die Kante des Werktisches gestütztes Holz, auf welchem das Arbeitstück unter dem Schaber festliegt. — In den Werkstätten der Gold- und Silberarbeiter ist das Schaben eine sehr allgemein gebräuchliche Operation, welche dazu dient, von den befeilten Arbeitstücken die Feilstriche wegzunehmen, bevor man zur ferneren Glättung der Oberflächen, durch Schleifen, übergeht. Die Schaber (grattoir, *scraper*) sind von verschiedener Art. Für größere Silberarbeiten sind es schaufelförmige scharf geschliffene Werkzeuge mit gerader oder bogenförmiger Schneide (Hakenschaber), welche rechtwinklig (gleichsam einen Haken bildend) an einem 100 bis 150 mm langen Stiele sitzen und mittelst desselben in einem hölzernen Hefte befestigt werden. Bei kleinen Arbeiten aus Silber und bei Goldarbeiten (weil letztere fast immer nur klein sind) gebraucht man Schaber, an welchen der schneidige Theil in gerader Fortsetzung des Heftes liegt, 50 bis 80 mm lang und mit zwei, drei oder vier scharf geschliffenen Kanten versehen ist [1]). Die Kupferstecher und Graveure bedienen sich der nämlichen Arten von Schabern, um die an den Grabstichel-Schnitten entstehenden rauhen Ränder (den Grath oder Bart, barbe) wegzunehmen (ébarber), fehlerhaft gemachte Züge auszutilgen, u. s. w. Beim Bau der Werkzeugmaschinen bilden dieselben ein mit Vorliebe gebrauchtes Mittel zur Herstellung vollkommen ebener Flächen an den vielfach angewendeten Prismenführungen; eine mit Oelfarbe

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 201.

dünn bestrichene Richtplatte bezeichnet, indem sie über die zu bearbeitende Fläche hingeführt wird, die noch vorhandenen Erhöhungen, welche sodann mittelst des Schabers bearbeitet werden. Zuletzt pflegt man die ganze Fläche mit einem regelmäßigen geschabten Muster zu bedecken. Die Leichtigkeit, mit welcher ein solches Muster hergestellt werden kann, ohne daß vorher die volle Ebenheit der Fläche durch Schaben herbeigeführt wurde, hat neuerdings dieses werthvolle Mittel einigermaßen in Mißcredit gebracht.

Die zweischneidigen Schaber sind am seltensten; sie sind entweder lanzenförmig, einem zweischneidigen Radirmesser in der Gestalt ähnlich (wie der Mezzotinto-Schaber, *mezzo-tinto scraper*, der Kupferstecher) oder sie bilden eine dünne flache Klinge, die am Ende rechtwinklig abgeschliffen ist (Flachschaber) oder sie haben, im Querschnitte betrachtet, eine verschoben-rechteckige Form, an welcher die zwei spitzen Winkel die Schneiden sind. Die dreischneidigen Schaber (grattoir, *three-square scraper*) sind zugespitzt und der Gestalt nach einer kurzen aber dicken dreikantigen Feile ähnlich, begreiflicher Weise jedoch auf den Flächen glatt. Die vierschneidigen Schaber (ébarboir, *four-square scraper*) gleichen den dreischneidigen, mit der einzigen Ausnahme, daß ihr Querschnitt ein Quadrat ist.

Es ist ohne Erinnerung klar, daß die dreikantigen Schaber schärfere Schneiden darbieten, als die vierkantigen; dagegen unterliegen letztere weniger der Gefahr, wider die Absicht des Arbeiters stellenweise tief einzudringen und hierdurch die geschabte Fläche zu verderben. Alle Schaber müssen aus dem besten Stahl verfertigt, gehärtet und gelb angelassen sein. Beim Schärfen dieser Werkzeuge ist es wichtig, eine überall gleich feine, grathfreie, nicht bucklige oder wellenförmige Schneide zu erhalten. Da es bei den dreikantigen und vierkantigen Schabern etwas schwer ist, die ziemlich breiten Flächen während der Bewegung auf dem Wetzsteine stets ohne Wanken in Berührung mit dem letztern zu erhalten, so zieht man es oft vor, die Flächen jener beiden Arten von Schabern rinnenartig auszuhöhlen (Hohlschaber, *fluted scrapers*, im Gegensatze der gewöhnlichen Schaber mit ebenen Flächen, *plate scrapers*). Hierdurch erreicht man, daß beim Schärfen jede Fläche nur mit zwei Kanten auf dem Steine liegt, daß folglich kein Wanken eintreten kann, mithin die angeschliffenen Schneiden reiner und schärfer ausfallen.

V. Schleifen.

Wenn man beabsichtigt, einer Metallarbeit eine feine glatte Oberfläche oder gar Glanz (Politur) zu verleihen, so müssen durch mehrere auf einander folgende und zweckmäßig gewählte Verfahrungsarten alle sichtbaren Rauhigkeiten oder Unebenheiten von der Oberfläche weggenommen werden. Schon beim Ausfeilen eines metallenen Gegenstandes arbeitet man auf dieses Ziel hin, indem man nach den groben Feilen feinere und nach diesen noch feinere anwendet (S. 346); allein selbst die feinste Feile läßt noch Spuren zurück, welche zu stark sind, um durch das Poliren gänzlich vertilgt zu werden. Durch Schaben schafft man in manchen Fällen (wie bei den Gold- und Silberarbeiten) die Feilstriche weg; aber auch die Schaber hinterlassen noch Unebenheiten und darum muß sowohl hier, als in jenen Fällen, wo das Schaben nicht anwendbar ist, dem Poliren eine Arbeit vorhergehen, welche der Metallfläche eine feine und makellose Glätte, jedoch ohne Glanz, ertheilt. Diese Arbeit wird im Allgemeinen Schleifen (doucir, adoucir, *grinding*) genannt.

Es kommt beim Schleifen überhaupt darauf an, alle Spuren der Feile, des Schabers, der Dreheisen, des Hobels rc., durch Reibung des Metalles an harten und in gewissem Grade rauhen Körpern zu beseitigen. Letztere wirken hierbei durch Abstoßung äußerst kleiner Metalltheilchen (Schliff, Schleifel, Schlips, moulée, *slip*) und hinterlassen eine zahllose Menge zarter Ritze, kurz einen geringen Grad von Rauhigkeit, den man dadurch allmälig unmerklich macht, daß man Schleifmittel von steigender Feinheit nach einander anwendet, von welchen jedes folgende die Spuren des vorhergehenden vertilgt, bis das letzte endlich eine gleichmäßig matte Oberfläche ohne sichtbare Ritze, Grübchen rc. erzeugt.

Die Mittel zum Schleifen sind von viererlei Art: a) runde, umlaufende Schleifsteine, Drehsteine; b) Hand-Schleifsteine; c) Kohle; d) pulverförmige Körper. Die

Auswahl unter denselben für einen bestimmten Zweck richtet sich nach der Natur des Metalles, nach der Gestalt und Größe der Arbeitstücke und nach anderen zufälligen Rücksichten.

a) Drehsteine (meules) von sehr feinkörnigem und hartem Sandsteine. Ihre Anwendung beschränkt sich auf das Feinschleifen solcher Gegenstände aus Eisen und Stahl, welche bei einfacher Gestalt von nicht zu geringer Größe sind. Die Operation ist hier eigentlich nicht verschieden von dem schon früher erläuterten Gebrauche solcher Steine anstatt der Feile.

b) Hand-Schleifsteine (pierres à adoucir, *rubbers, slips*). Dies sind größere oder kleinere Steinstäbchen (tiges) von regelmäßiger Form (80 bis 200 mm lang, 3 bis 50 mm breit, 1 bis 25 mm dick), welche man in der Hand hält, während man mit ihnen die Arbeitstücke reibt; um mit schmalen und dünnen Steinen in Vertiefungen der Arbeitstücke gelangen zu können, spitzt man das Ende des Steines mehr oder weniger zu. Seltener liegt der Stein fest und man führt das Arbeitstück über dessen Oberfläche hin und her. Man benetzt die Steine stark mit Baumöl oder Wasser und unterscheidet sie hiernach in Oelsteine (pierres à l'huile, *oil-stones*) und Wassersteine (pierres à l'eau, *water-stones*), da sich für gewisse Steine mehr das Oel, für andere mehr das Wasser eignet. Oelsteine finden nur zum Schleifen von Stahlarbeiten und zwar mehr zum Schärfen schneidender Werkzeuge — Wetzsteine — als zum Glätten (wovon hier zunächst die Rede ist) Anwendung. Dem Grade ihrer Schärfe nach, welcher von der Feinheit des Kornes und von der natürlichen Härte abhängt, bezeichnet man die Steine oft als rauhe (pierres rudes), halblinde (pierres demi-rudes, pierres demi-douces), und linde (pierres douces), welche in der Ordnung, wie sie hier genannt sind, nach einander angewendet werden, um die Oberfläche der Arbeitstücke allmälig zur Feinheit zu bringen.

Die meisten dieser Schleifsteine (sowohl Oel- als Wassersteine) gehören zum Thonschiefer und zu den mannigfaltigen Uebergängen desselben in Wetzschiefer und selbst in Kieselschiefer, welche Uebergänge dadurch gebildet werden, daß der Stein mehr oder weniger mit Quarz-Substanz durchdrungen ist. Farbe, Härte und Feinheit der Steine sind hiernach äußerst mannigfaltig; erstere findet sich in mancherlei Abstufungen von grauweiß, hellgrau, bläulichgrau, schmutziggrün, gelb und röthlich. Ausgezeichnet charakterisirt ist unter den weichen Sorten der sogenannte blaue Messing-Schleifstein, ein feiner blaugrauer Thonschiefer, welcher einer der gewöhnlichsten Wassersteine ist; unter den harten Gattungen der grüne sächsische Oelstein, der zum Wetzschiefer gehört.

Außer den Schiefern werden als Wassersteine gebraucht: der Bimsstein (ponce, pierre-ponce, *pumice stone*) und mehrere Arten feinkörniger Sandsteine (grès, *sandstone*). Der Bimsstein ist ein vulkanisches Produkt, durch Schmelzung verschiedener Fossilien entstanden, zum größten Theile aus Kieselerde (und Thonerde) bestehend, von grauer oder grauweißer Farbe, verworren faserig im Gefüge und mit zahllosen kleinen und größeren Höhlungen (Blasenräumen) durchzogen. Er ist ziemlich hart, selbst im feinsten Pulver noch rauh, in Stücken leicht zerbrechlich. Um ihn zu gebrauchen, richtet man ein Stück davon durch Abraspeln und Reiben an einem anderen Stücke Bimsstein so zu, daß es eine möglichst glatte, dem Arbeitstücke angepaßte (daher bald ebene, bald gerundete) Fläche erhält und bequem mit der hohlen Hand umfaßt werden kann. Man taucht ihn in Wasser und überreibt mit ihm das Arbeitstück, oder hält ihn an das letztere, wenn dasselbe ein in der Drehbank eingespannter und umlaufender Gegenstand ist, wobei das Eintauchen oft wiederholt wird. Das Schleifen mit Bimsstein führt öfters den besonderen Namen Bimsen (poncer, ponçage); es findet nur Anwendung auf Silber und zuweilen auf Kupfer, Zink und Messing. — Die Sandsteine, welche zum Schleifen dienen, sind roth, weißlich, grün oder grau von Farbe und von verschiedener Feinheit und Dichtheit des Kornes. Je ausgezeichneter sie in diesen beiden Rücksichten sind, je mehr Härte und festen Zusammenhang sie besitzen, desto mehr werden sie geschätzt. Von Natur sehr mürbe Thonsandsteine können durch Tränken mit Wasserglasauflösung ungemein fest und als treffliche Schleifsteine tauglich gemacht werden.

Als vorzügliche Oelsteine sind noch anzuführen: der türkische Oelstein oder levantische Schleifstein (pierre du levant, *Turkey oil-rubber, Turkey-stone, turkois stone*) und der aus Nordamerika kommende Kansasstein. Ersterer ist eine fein- und dichtkörnige, mit Kieselerde durchdrungene Varietät von Dolomit. Die natürliche

Farbe dieses Steines ist weißgrau, wird aber durch das Oel, womit man ihn tränkt, dunkler; häufig ist er von weicheren Adern durchzogen, nach deren Richtung er ziemlich leicht bricht, daher man — um Schleifsteine von möglichster Gleichförmigkeit zu erhalten — besser thut, die im Handel vorkommenden Blöcke zu zersprengen, statt sie zu zersägen. Uebrigens ist dieses Verfahren kostspielig, weil man dabei viele kleine, nur zum Pulvern taugliche Bruchstücke erhält. Der Kansas- (oder Arkansas-) Schleifstein ist ein dem Chalzedon nahestehender Quarz, weiß, nach dem Tränken mit Oel stark durchscheinend, ungemein fein und hart.

Man stellt öfters Schleifsteine durch Kunst dar. Hierzu gehört der künstliche Bimsstein, welcher in Stücken von der Gestalt und Größe der Mauerziegel verkauft und angeblich dadurch bereitet wird, daß man thon- oder kalkhaltigen Sand und reinen feinen Quarzsand zuerst einzeln brennt, dann mit gepochtem gebrannten Thon vermengt, fein mahlt und in thönernen Kapseln der heftigsten Hitze des Steingut-Brennofens aussetzt. Durch dieses Brennen backt die Masse stark zusammen, ohne ihre Porosität zu verlieren; vielleicht setzt man auch, um die Zusammensinterung zu befördern, in geringer Menge ein Schmelzmittel, etwa Bleiglätte, zu. — Steine nach Art der feinen Sandsteine können aus feuerfestem, sich sehr hart brennendem Thone (Porzellanthon) dargestellt werden, indem man diesen durch Treten, Schneiden und Kneten von Steinchen und groben Sandkörnern befreit, für sich allein oder mit gesiebtem scharfen Quarzsand innig vermengt in die Gestalt der Schleifsteine formt, an der Luft trocknet und endlich bei starkem Feuer brennt. Oder man zerstößt Abfälle von feinkörnigem harten Thonsandstein zu Pulver, knetet dieses mit Thonschlamm zu einem Teige, preßt in Formen und brennt im Scharffeuer des Steingutofens. Auch 4 Theile zu feinstem Pulver gemahlener Raseneisenstein, 2 Theile gepulverter Sandstein und 1 Theil Thon gemengt, mit Wasser angemacht, geformt, getrocknet und gebrannt, bilden eine gute Schleifsteinmasse; desgleichen ist angegeben, Glas- oder Schmirgelpulver, allenfalls nebst etwas Thon, mit Wasserglasauflösung anzumachen, zu formen und zu brennen. Eine Mischung von Leim und Schmirgel eignet sich vorzüglich zur Herstellung kleiner Schleifscheiben. Zu den besten künstlichen Schleifsteinen gehören die aus Sand und Schellack, welche als Drehsteine angewendet den Vortheil gewähren, daß sie beim Schleifen einen schweren Staub geben, der niederfällt und sich nicht so in der Werkstätte verbreitet, wie jener vom Trockenschleifen auf natürlichen Sandsteinen. Um sie zu bereiten, wird ein inniges Gemenge von gepulvertem Schellack und scharfkörnigem Quarzsand bis zum Schmelzen des ersteren erhitzt und dann sogleich in Formen gepreßt; die Menge des Schellackes soll hierbei nicht größer sein, als nöthig ist, um die Sandkörner zu einer dichten Masse zu vereinigen. Zur Darstellung großer Drehsteine umkleidet man eine eiserne Trommel nur etwa 25 mm dick mit der Schellackmasse. Wird zu letzterer Schmirgelpulver statt des Sandes angewendet, so ist sie härter und dauerhafter, aber kostspieliger. Aus dieser Schmirgel-Komposition (ungefähr 3 Gewichtstheile Schmirgelpulver gegen 1 Gewichtstheil Schellack) fertigt man auch feilenförmige Werkzeuge zum Gebrauch in der Hand (eine vortreffliche Art Schmirgelfeilen, welche im Handel unter der Benennung Mineralfeilen erscheinen)[1]. Nahe verwandt sind Werkzeuge, welche man aus einem Gemenge von Schmirgelpulver und feuerfestem Thon formt und brennt. Auch aus Abfällen von vulkanisirtem Kautschuk und schweren Steinkohlentheerölen hat man unter Zufügung von gepulvertem Quarz, Schmirgel rc. künstliche Schleifsteine hergestellt[2]. — Die empfohlene Mengung von vulkanisirtem Kautschuk mit Bimsstein- oder Schmirgelpulver hat sich nicht bewährt; daraus gefertigte Schleifsteine werden beim Gebrauch bald so glatt, daß sie nicht mehr angreifen.

c) Kohle, Schleifkohle (charbon pour adoucir). Auf nicht gar zu harten Metallen (namentlich auf Kupfer, Messing, Silber) greift die Holzkohle merklich an, wenn man sie nach Art eines Handschleifsteines mit Wasser (zu besonders feinem Schliffe mit Oel) gebraucht. Sie erzeugt eine feine matte Oberfläche und nimmt die feinen Risse, welche z. B. der Bimsstein oder der blaue Wasserstein zurückgelassen hat, sehr gut weg.

Nicht jede Kohle ist zum Schleifen tauglich, insbesondere nicht die ganz durchgeglühte, wie sie in der Asche von Holzfeuerungen übrig bleibt, und auch nicht die halbgar gebrannte, welche sich oft unter der käuflichen Meilerkohle findet: erstere ist viel zu

---

[1] Mittheilungen 1853, S. 140. — Polyt. Centr. 1853, S. 1361.
[2] Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 485.

weich und mürbe; letztere dagegen schleift nicht fein, sondern macht Ritzen. Am besten thut der Arbeiter, sich die Schleifkohle selbst zu verfertigen; das tauglichste Holz dazu ist jenes des schwarzen Hollunders, aber auch Lindenholz kann gebraucht werden, und Weidenholz entspricht dem Zwecke sehr gut. Man zerschneidet und spaltet das Holz nach Erforderniß, läßt es durch längere Zeit an der Luft austrocknen und verkohlt es endlich unter Ausschluß der Luft. Zu letzterem Behufe gräbt man entweder das Holz in einem irdenen Topfe in Sand ein, oder bestreicht jedes einzelne Stück ziemlich stark mit Lehm, worauf man es den Brand in einem Töpferofen mitmachen läßt. Auch kann man mit den Holzstücken ein Behältniß von Eisenblech (z. B. ein Stück Ofenrohr, welches man an beiden Enden verschließt) vollstopfen, dasselbe eine hinreichende Zeit ins Feuer legen und dann, mit Erde überschüttet, erkalten lassen. — Die Kohle von Holzarten mit grobem Gefüge ist zum Schleifen untauglich, weil sie harte Theile enthält, welche stark einritzen. Man hat auch bemerkt, daß die äußerste Schicht der besten Schleifkohle härter und zum zarten Schliff weniger geeignet ist als das Innere, weshalb das Verfahren Empfehlung verdient, vor dem Gebrauch der Stücke die Oberfläche derselben (in geringer Stärke) mit dem Messer wegzuschneiden.

d) Schleif-Pulver. Verschiedene harte Körper dienen, wenn sie in hinlänglich feines Pulver verwandelt sind, als treffliche Schleifmittel. Die Anwendung dieser Pulver geschieht im Allgemeinen auf die Weise, daß man dieselben mit Baumöl oder Wasser zu einem dünnen Brei anmacht, den man auf geeignete hölzerne oder metallene Werkzeuge ꝛc. aufträgt und mittelst dieser auf den Arbeitstücken herumreibt. Je nach der Größe und Gestalt der Arbeitstücke erleidet indessen dieses Verfahren verschiedene Modifikationen, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird. Das am häufigsten gebrauchte Schleifpulver ist:

1) Der Schmirgel, Schmergel, Smirgel (émeri, émeril, *emery*). Was unter diesem Namen in den Werkstätten und im Handel vorkommt, ist nicht immer einerlei Material und im Besonderen oft sehr verschieden von dem, was die Mineralogen so nennen. Letztere verstehen unter Smirgel eine stark eisenhaltige Varietät von Korund (Diamantspath, krystallisirte Thonerde), welche wegen ihrer großen Härte sich trefflich zum Schleifen der Metalle eignet, und in Ostindien, der Levante (Inseln Naxos und Ikaria, in der Maina, bei Ephesus) ꝛc. hauptsächlich vorkommt (echter, levantischer oder venetianischer Schmirgel). Häufig ist das, was man in der technischen Sprache Schmirgel nennt, ein inniges Gemenge von Eisenglanz (natürlichem Eisenoxyd) mit Quarz; auch werden Granat- und Zirkon-Sand, welche an manchen Orten in Menge vorkommen, unter dem Namen Schmirgel angewendet: alle diese Surrogate stehen dem echten Schmirgel an Härte und demnach an Gebrauchswerth bedeutend nach.

Der meiste Schmirgel hat eine hellbraune Farbe; er kommt in Stücken von verschiedener Größe (bis zu 50 kg) vor, die in Pochwerken bis zu Nußgröße zerschlagen, hierauf zwischen schmiedeisernen Walzen zu größerer Feinheit zerquetscht werden, woraus endlich durch Siebapparate die Sortirung nach der Korngröße erfolgt; das feinste Pulver wird durch Schlämmen gereinigt und in verschieden feine Sorten getheilt. Indem man nämlich das Pulver mit Wasser übergießt und umrührt, setzt dasselbe zuerst die gröbsten Theile ab, während die feineren noch darin schweben bleiben. Je kleiner die Schmirgeltheilchen sind, desto später fallen sie zu Boden: gießt man daher das trübe Wasser (ohne den Bodensatz aufzurühren) in ein anderes Gefäß, so setzt es hier nach neuer Ruhe einen Theil des Pulvers ab, hält aber einen andern Theil noch zurück; wiederholt man das Abgießen auf diese Art mehrmals, so findet man in den verschiedenen Gefäßen ebenso viele Sorten Schmirgel von stufenweise zunehmender Feinheit, den gröbsten im ersten Gefäße, den feinsten im letzten. Man kann zwölf bis fünfzehn Abstufungen oder Sorten erhalten, wenn man etwa von zwei zu zwei Minuten das Wasser abgießt. Der geschlämmte Schmirgel (potée d'émeri) wird getrocknet und in verschlossenen Gefäßen, geschützt vor Verunreinigung, aufbewahrt. Man bedient sich desselben vorzugsweise zum Schleifen der härteren Metalle: des Stahles (er greift selbst glasharten Stahl an), des Eisens, des Messings und der dem letzteren verwandten Mischungen (Tombak, Bronze, Argentan), aber auch auf harten Zinnlegirungen (Britannia-Metall, S. 42).

Die gewöhnlichste Art, das Schleifen mit Schmirgel (in der Sprache der Werkstätten: das Schmirgeln, roder, *grinding*) zu verrichten, besteht darin, daß man

etwas Schmirgel mit Oel auf ein Schmirgelholz (eine Schmirgelfeile, rodoir, polissoir, *emery stick*) trägt und letzteres mit angemessenem Drucke über die Oberfläche des (meist im Schraubstocke eingespannten) Arbeitstückes ungefähr ebenso hin und her bewegt, wie beim Feilen mit der Feile geschieht. Die verschiedene Gestalt und Größe der Arbeitstücke erfordert entsprechende Verschiedenheiten der Schmirgelhölzer; deshalb hat man letztere von 50 oder 70 mm bis zu 300 ja 450 mm Länge, flach, halbrund, dreieckig u. s. w., wie es eben jedes Mal der Zweck erfordert.

Auf langen und schmalen Gegenständen von geringer Dicke wendet man wohl zwei Schmirgelhölzer zugleich an, welche an ihren Enden mit beiden Händen zusammengefaßt und längs des zwischen ihnen befindlichen Arbeitstückes hin und her geführt werden, wenn man nicht umgekehrt das letztere zwischen den Schmirgelhölzern durchzieht; auf diesem Prinzipe beruht eine Maschine zum Schmirgeln langer Stahlblechstreifen, z. B. der Crinolinfedern[1]).

Es ist nicht gleichgültig, aus welcher Holzart man die Schmirgelfeilen macht: auf größeren Arbeitstücken von Eisen gebraucht man Eichenholz, auf Messing gewöhnlich Lindenholz; bei kleinen und zarten Arbeiten, wo das Schmirgelholz oft nur ein ganz dünner und kurzer Splitter ist, damit man auch in die kleinsten Vertiefungen gelangen kann, empfiehlt sich vorzüglich das Spindelbaumholz durch Feinheit des Gefüges, verbunden mit Härte und Festigkeit. Manchmal bekleidet man die Schmirgelhölzer auf der Fläche, wo der Schmirgel aufgetragen wird, mit aufgeleimtem Leder oder Hutfilz, was besonders bei zarter Arbeit und beim Schleifen mit feinen Schmirgelsorten zweckmäßig ist, um solche Ritzen, welche die natürliche Rauhigkeit des Holzes hervorbringen könnte, zu vermeiden. Die Uhrmacher tragen beim Schleifen ihrer kleinen Stahlarbeiten sehr gewöhnlich den Schmirgel auf ein eisernes oder (ungehärtetes) stählernes Stäbchen auf, eine sogenannte Eisenfeile, wozu man recht gut alte kleine Feilen benutzen kann, welche durch Ausglühen weich gemacht und auf den zu gebrauchenden Flächen abgeschliffen oder blankgefeilt werden. Meist sind indessen diese Werkzeuge nichts anderes, als etwa 150 mm lange Stäbchen von geschmiedetem Eisen oder Stahl, welche man an beiden Enden zu der Gestalt, welche der Gebrauch erfordert, ausfeilt. Die Gestalt ist, wie jene der Schmirgelhölzer, verschieden: flachviereckig, halbrund, dreieckig, messerähnlich u. s. w. Zu bemerken ist, daß die Flächen, auf welche der mit Oel angemachte Schmirgel aufgetragen wird, und welche demnach mit dem Arbeitstücke in Berührung kommen, mit einer feinen Feile etwas schräg querüber abgefeilt werden, um durch den zarten Feilstrich den Schmirgeltheilchen Anhaltspunkte zu geben. Nicht selten bedienen sich die Uhrmacher auch des Glases zum Schleifen oder Schmirgeln stählerner Arbeiten. Es wird dann der Schmirgel mit Oel auf einen mattgeschliffenen Streifen dicken Spiegelglases von 150 bis 200 mm Länge, 50 bis 75 mm Breite aufgetragen, und man überreibt das Arbeitstück mit dem Glase, oder führt ersteres auf letzterem mit gehörigem Drucke herum. Größere ebene Flächen zu schmirgeln, dient eine ebengeschliffene dicke und schwere Gußeisenplatte mit Handgriffen (marbre portatif), indem man sie an letzteren drehend und schiebend auf der Arbeitsfläche herumbewegt und stets Schmirgel mit Oel darunter gibt.

Runde, auf der Drehbank ausgearbeitete Gegenstände werden auch auf der Drehbank geschmirgelt, indem man, während sie im Umlaufe begriffen sind, ein Schmirgelholz anhält. Zylinder von einiger Länge schleift man zwischen zwei Schmirgelhölzern, welche mit bogenförmigen Ausschnitten versehen sind, durch zwei Schrauben nach Bedürfniß zusammengeklemmt werden, und eine Art Kluppe (von entfernter Aehnlichkeit mit einer Schraubenkluppe) bilden: Schmirgelkluppe. Um bei eintretender Abnutzung des Holzes oder für verschiedene Dicke des Arbeitstückes nicht das ganze Werkzeug beseitigen zu müssen, legt man zwei hölzerne Backen in dasselbe, welche mit den Bogenausschnitten versehen sind und leicht gewechselt werden. Statt des Holzes kann in dem eben angezeigten Falle auch Blei sehr zweckmäßig zum Auftragen des Schmirgels dienen. Man gießt nämlich ein Stück Blei über den zu schleifenden Zylinder, sodaß es dessen Krümmung sich anschließt; und während man dieses Blei in dem nöthigen Maße mit Oel und Schmirgel versieht, führt man es (nicht zu

[1]) Génie ind., T. 25, p. 145. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 175. — Polyt. Centr. 1863, S. 740.

schnell) längs des in Umdrehung begriffenen Zylinders hin und her. Statt eines gegossenen Bleistückes begnügt man sich öfters, ein Stück dicken Bleibleches (Walzbleies) anzuwenden, welches nach der Krümmung des Zylinders gebogen und mit den Fingern angedrückt wird; doch ist man in diesem Falle weniger sicher, die genaue Rundung des geschliffenen Arbeitstückes völlig unversehrt zu erhalten, daher das Verfahren nicht eben Empfehlung verdient.

Auf das Schmirgelholz wird öfters, um das stets erneuerte Auftragen losen Schmirgels zu ersparen, ein Ueberzug von Schmirgelpulver durch ein passendes Klebmittel befestigt. Man rührt zu diesem Behufe in kochenden Tischlerleim eine Portion Leinölfirniß ein, bestreicht mit diesem Gemisch dünn das glattgehobelte Holz, trägt nach dem Trocknen einen zweiten solchen Anstrich, welchem aber etwas Schmirgel beigemengt ist, auf, streut sogleich noch mehr Schmirgel durch ein Sieb darüber, schüttelt den nicht angeklebten Theil des Pulvers ab und läßt das Ganze nun vollkommen trocken werden. Mit so zubereiteten Hölzern wird ohne Oel gearbeitet. — Eine Schmirgelkluppe für große Walzen ist am besten auf folgende Weise zu konstruiren[1]). Auf den Wangen der Drehbank werden, unter der eingespannten Walze und parallel mit derselben, zwei horizontale zylindrische Leitstangen angebracht, auf welchen ein gußeisernes Gestell an zwei Handgriffen von zwei Arbeitern in der Richtung der Walzenachse hin- und hergezogen werden kann. Jenes Gestell enthält ein hölzernes mit Blei gefüttertes Lager, dessen Bogenausschnitt fast die ganze untere Hälfte des Walzenumkreises einschließt, und welches durch Nachschrauben eines Keiles erforderlich gehoben wird. Während die Walze in Umdrehung begriffen ist, wird diese Schmirgelkluppe (deren Bleifutter man stetig mit Schmirgel und Oel versieht) langsam in gerader Richtung hin und zurück bewegt.

Mit Hülfe der Drehbank wird auch das Schmirgeln solcher Gegenstände sehr beschleunigt und erleichtert, welche durch ihre Gestalt sich nicht dazu eignen, auf der Drehbank eingespannt zu werden. Man bedient sich nämlich dann der sogenannten Schmirgelscheibe (meule en bois, meule à émeri). Hierunter versteht man eine kreisrunde hölzerne (100 bis 500 mm und noch mehr im Durchmesser haltende, 18 bis 150 mm dicke Scheibe, welche mittelst einer, durch ihren Mittelpunkt gehenden, horizontalen Achse in der Drehbank (oder in einem eigenen Gestelle) in schnellen Umlauf gesetzt wird. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt zweckmäßig 15 m per Sec. Nachdem der Umkreis der Scheibe mit Schmirgel und Oel versehen ist, hält man das Arbeitstück daran und wendet dasselbe nach Erforderniß. Nicht selten bekleidet man die Umfläche mit dickem Leder (Lederscheibe) oder mit einem aufgegossenen, dann abgedrehten Ringe von Blei oder einer Mischung von 2 Theilen Blei, 1 Theil Zinn oder 2 Theilen Zinn und 1 Theil Zink (Bleischeibe, Zinnscheibe); der Schmirgel bringt mittelst dieser Leder- oder Metallunterlage einen feineren Schliff hervor als bei Anwendung unbekleideter Holzscheiben. Da das Schleifen auf der Stirn einer Scheibe nicht wohl geeignet ist, eine recht ebene Fläche auf den Arbeitstücken hervorzubringen, so bedient man sich in Fällen, wo es hierauf wesentlich ankommt — aber auch überhaupt zum Schleifen kleinerer Gegenstände — einer Vorrichtung, bei welcher die ebene Fläche der Scheibe deren wirksamer Theil ist.

Bei den Uhrmachern ist eine solche Schleifmaschine (lapidaire) vorzüglich in Gebrauch[2]). Man führt dieselbe in sehr verschiedener Größe aus, wonach der Durchmesser der Scheiben 70 bis 300 mm beträgt. Zu einer Maschine gehören mehrere Scheiben, theils von verschiedener Größe, theils von verschiedenem Materiale (Holz, Blei, Eisen 2c.). Jede ist im Mittelpunkte der einen Fläche mit einem eisernen, rechtwinklig aufgesetzten Stiele versehen, der als Umdrehungsachse dient. Man steckt nämlich diesen Stiel in eine vertikale, hohle eiserne Spindel, welche durch Rolle und Schnurrad mittelst einer Kurbel in schnellen Umlauf versetzt wird. Die obere horizontale Fläche der Scheibe wird mit Oel und Schmirgel versehen, und man hält auf derselben die Arbeitstücke entweder aus freier Hand oder mit Hülfe eines Korkes an. Für gewisse Zwecke sind wohl auch eigene Neben-Vorrichtungen angebracht, um die Arbeitstücke zu befestigen und in bestimmter Lage gegen die Scheibe theils unbeweglich zu halten, theils nach Erforderniß

[1]) Berliner Verhandlungen 1836, S. 251.
[2]) Werkzeugsammlung, S. 149.

zu drehen. Große horizontale Schmirgelscheiben von Holz oder Blei (letzteres auf einer Unterlage von Gußeisen)[1]) werden oft durch Dampfkraft getrieben; dabei kann eine Scheibe von 750 bis 900 mm Durchmesser 300 Umläufe in der Minute machen, und man wählt nach Bedürfniß zum augenblicklichen Gebrauch eine Stelle mehr oder weniger weit vom Mittelpunkte, je nachdem eine größere oder geringere Geschwindigkeit zweckmäßig ist.

Auf ganz hölzernen, sowie auf zinn- oder bleibekleideten Scheiben wird oft der Schmirgel feucht aufgetragen, eingerieben und dann das Schleifen trocken so lange vorgenommen, als die Schärfe des in der Oberfläche festsitzenden Schmirgels anhält. Ebenso schleift man trocken auf hölzernen Scheiben, welche mit aufgeleimtem Schmirgelpulver in der Art bekleidet sind, wie rücksichtlich der Schmirgelhölzer angegeben ist. — Eine in England angewendete Schleifmaschine[2]) zum Schleifen dünner flacher Stahlsachen, z. B. der Sägenblätter, ist von folgender Einrichtung. Nach Art der Zylinder eines Walzwerkes sind zwei Schmirgelwalzen oder runde Schleifsteine über einander in einem Gestelle gelagert, welche beide durch Riemenscheiben in schnelle Umdrehung gesetzt und mittelst Federn auf einander gedrückt werden. Das zu schleifende Stahlblatt schiebt ein Arbeiter langsam zwischen denselben durch, und zwar in einer Richtung entgegengesetzt derjenigen, nach welcher es von den Walzen eingezogen würde, wenn es derselben von der andern Seite her frei überlassen wäre. So geschieht das Schleifen oder Schmirgeln beider Flächen gleichzeitig; ist es nur auf einer Fläche nöthig, so wird statt des obern Schleifsteins eine kleinere glatte Holzwalze (ohne Schmirgel) angebracht, welche nur den Druck auszuüben hat.

Nach einer eigenthümlichen Methode kann man ebene Flächen, z. B. Metallspiegel, in der Drehbank sehr vollkommen schleifen[3]). An der Drehbankspindel wird der Spiegel eingespannt. Die Schleifscheibe sitzt an einer zur Spindel parallelen Achse, welche in Lagern besonderer Docken sich drehen kann, aber die Drehung nur vermittelst der Reibung des Spiegels an der mit ihm in Berührung stehenden Fläche der Schleifscheibe empfängt. Diese Fläche ist dergestalt vertieft ausgedreht, daß nur ein Ring in der Nähe ihres Umkreises den Spiegel berührt. Uebrigens bilden der Spiegel und die Scheibe durch die Stellung ihrer Achsen zwei exzentrische Kreise, worauf wesentlich der Erfolg gegründet ist. — Metallene Hohlspiegel zu Teleskopen ꝛc. schleift und polirt man mittelst eigener mechanischer Vorrichtungen[4]).

Die großartigste Anwendung einer den Schmirgelscheiben im Prinzipe ähnlichen Vorrichtung kommt vor bei der Zurichtung der hart gegossenen eisernen Walzen. Da diese, um völlig rund und glatt zu werden, nur mit vielem Aufwande an Zeit und Werkzeugen in der Drehbank abgedreht werden können, so unterläßt man öfters das Abdrehen derselben ganz, und schleift (schmirgelt) sie statt dessen. Man fängt die Arbeit mit einer Maschine an, in welcher die horizontal eingelegte Walze sich um ihre Achse dreht, ebenso wie eine daneben angebrachte, gegen 1 m im Durchmesser große, 150 mm breite hölzerne Scheibe, deren Welle parallel zur Walzenachse ist. Während die Walze und die Scheibe nach entgegengesetzten Richtungen und in Berührung mit einander sich umdrehen, fällt aus einem über und zwischen ihnen befindlichen hölzernen Trichter (nach Art eines Mühlrumpfes) das Schmirgelmaterial auf die Berührungsstelle, wird zwischen Walze und Scheibe hineingeschoben und sammelt sich unten wieder auf einen Haufen. Die Scheibe geht langsam längs der Walze fort, und entsprechend rückt ein Arbeiter den Trichter nach. Zuerst nimmt man als Schmirgelmaterial eckige Quarzstückchen wie eine Erbse oder Bohne groß, und zwar trocken. Stufenweise folgen dann kleinere und kleinere Steinchen, dann Sand in mehreren Graden der Feinheit. Das Glattschmirgeln geschieht in einer Maschine anderer Art, wo die Walze in ein aus zwei eisernen Ständern gebautes Gestell gelegt, umgedreht und durch Stellschrauben allmälig herabgedrückt wird, während der Mechanismus ein rinnenartig konkaves, mit Schmirgel und Oel versehenes Kupferstück unter der Walze, in Berührung mit derselben, hin- und herzieht.

Bei den bisher angegebenen Verfahrungsarten und Hülfsmitteln ist vorausgesetzt, daß die zu schleifende Metallfläche entweder eben oder wenigstens von einer

---

[1]) Polyt. Mittheilungen, III. 176.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 133, S. 255.

[3]) Berliner Verhandlungen, XVII. (1838), S. 170. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1 S. 373.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 121, S. 404.

so einfachen Gestalt sei, daß alle ihre Theile leicht zugänglich sind. Bei Arbeitstücken, deren Oberfläche eine Abwechslung von vielen und ziemlich kleinen Erhöhungen und Vertiefungen darbietet, sucht man theils das Schmirgeln ganz zu umgehen, theils bedient man sich, um es zu verrichten, einer steifen Bürste, auf die man den mit Oel angemachten Schmirgel aufgetragen hat, weil die Borsten leicht in die Vertiefungen eindringen. Die Arbeit wird beschleunigt, wenn man die Borsten auf dem Umkreise einer hölzernen Scheibe einsetzt und sich dieser Bürstenscheibe wie einer gewöhnlichen Schmirgelscheibe bedient.

Ein nicht seltener Fall ist es, daß man zwei Metallstücke auf einander abschleift: entweder weil sich dadurch eine günstige Gelegenheit darbietet, die beiderseitigen Flächen recht vollkommen zu bearbeiten; oder weil die beiden Stücke genau zusammenpassen müssen, was auf keine andere Weise ebenso vollkommen zu erreichen ist. Ein Beispiel der ersten Art ist das Schmirgeln großer Platten, deren völlige Ebenheit man näherungsweise dadurch erlangt, daß man zwei solche Platten auf einander, mit dazwischen gegebenem Oel und Schmirgel, bearbeitet. Eine der Platten (wenn sie ungleich groß sind, die größere) wird auf einem Tische horizontal festgelegt; die zweite legt man darauf und führt sie mit den Händen, unter angemessenem Drucke, nach allen Richtungen darüber her. Eine wichtige Anwendung findet dieses Verfahren bei der Herstellung ebener Richtplatten; dieselben werden aus Gußeisen oder Bessemerstahl gegossen und zunächst auf der oberen Seite eben gehobelt; die genaue Ebenheit dieser Seite erhält man aber erst, wenn man drei gleichgroße Platten so lange zusammenschleift, bis jede derselben jede der beiden anderen vollkommen deckt. Nennt man die drei Platten A, B, C, so wird A mit B geschliffen, bis sie einander decken, dann wird ebenso B mit C und endlich C mit A geschliffen, worauf diese Schleiffolge mehrfach wiederholt wird; auf solche Art gelingt die Annäherung an eine vollkommene Ebene ziemlich rasch: die ursprünglich vorhandenen Erhöhungen werden durch eine Schleiffolge nahezu im Verhältniß 14:5, durch zwei Schleiffolgen im Verhältniß 8:1, durch drei im Verhältniß 64:1 niedergeschliffen[1]). — Das genaue Zusammenpassen zweier Arbeitsbestandtheile durch Schmirgeln wird auf ähnliche Weise erreicht; man nennt es, je nach der verschiedenen Gestalt der Stücke, Einschmirgeln, Aufschmirgeln, überhaupt: Zusammenschmirgeln. So wird ein Hahn in die konische Höhlung, worin er sich bewegen soll, eingeschmirgelt; d. h. man versieht ihn mit etwas Oel und Schmirgel, steckt ihn ein, und dreht ihn so lange hin und her, bis — nach öfterer Erneuerung des Schmirgels — seine Fläche und die Fläche der Höhlung sich dergestalt nach einander geformt haben, daß der geforderte dichte Schluß verbunden mit der nöthigen Leichtbeweglichkeit erreicht ist. Auf ähnliche Weise wird eine metallene Scheibe auf den Rand einer Oeffnung aufgeschmirgelt, welche sie luftdicht verschließen soll; Kegelventile macht man durch Einschmirgeln genau schließend u. s. w.

Beim Schmirgeln im Allgemeinen ist darauf zu sehen: 1) daß so oft als nöthig neuer Schmirgel und neues Oel zugegeben werde; 2) daß der Schmirgel möglichst gleichförmig auf der zu schleifenden Fläche vertheilt bleibe, und nicht etwa sich auf einem Punkte zusammenhäufe, wodurch die Arbeit unvollkommen und ungleichmäßig von Statten gehen würde; 3) daß, bei successiver Anwendung verschiedener Schmirgelsorten, man jedes Mal alle rückständigen Theile der gröberen Sorte auf das sorgsamste durch Abwischen entferne, bevor man die Arbeit mit einer feineren Sorte fortsetzt. Ohne diese Vorsicht würde alle Mühe nicht hinreichend sein, um eine reine, von tieferen Ritzen freie Fläche zu erzeugen; denn schon ein einziges grobes Körnchen unter einer Menge feinen Schmirgels macht sich dadurch bemerklich, daß es solche Ritzen hervorbringt; 4) daß man ohne zu große Sprünge von den gröberen Schmirgelsorten zu den feineren fortschreite, und lieber einige Zwischensorten mehr anwende; man gewinnt dadurch an Zeit und an Schönheit der Arbeit, weil zu feiner Schmirgel die Rauhigkeiten, welche eine vorausgegangene grobe Sorte zurückgelassen hat, nur höchst langsam und nicht leicht vollständig wegnimmt; 5) daß man nicht eher zur Anwendung einer feineren Sorte Schmirgel übergehe, als bis

---

[1]) Berliner Verhandlungen 1871, S. 213.

durch die gegenwärtige ganz gleichmäßig und vollkommen derjenige Grad von Glätte erzeugt ist, welchen sie hervorbringen kann. Von der Rauhigkeit, welche die zunächst vorher angewendete gröbere Sorte hinterlassen hatte, darf keine Spur mehr zu bemerken sein; denn alle groben Ritzen, die nicht frühzeitig weggeschafft werden, vergehen nachher durch die mühsamste Arbeit mit feinem Schmirgel nicht, treten vielmehr desto störender hervor, je feiner die Glätte der Fläche, im Ganzen genommen, wird. Aus gleichem Grunde müssen, beim Beginnen des Schleifens, durch den gröbsten Schmirgel alle Feilstriche gänzlich vertilgt werden, da der feinere sie niemals mehr zu zerstören vermag.

Auf Schmirgelscheiben kann man mit einer einzigen Sorte Schmirgel das Schleifen bis zur feinsten Glätte nach folgender Weise durchführen. Es wird auf eine Zinn- oder Bleischeibe ziemlich grober Schmirgel mit Oel aufgetragen und hiermit eine Anzahl Arbeitstücke, z. B. Messer, der Reihe nach bearbeitet, wodurch die Schmirgelkörnchen sich in gewissem Grade abstumpfen und zerkleinern. Dann nimmt man die Stücke in der nämlichen Reihefolge zum zweiten Male vor, ebenso zum dritten Male, u. s. w. — stets ohne neuen Schmirgel zuzuthun. Jedes Stück kommt durch dieses Verfahren successive mit stufenweise verfeinertem Schmirgel zusammen, was eben den Erfolg hat, als ob man verschiedene eigens bereitete Schmirgelsorten angewendet hätte.

Aus dem gebrauchten Schmirgelschlamm kann man das Oel durch Kochen mit Aetzlauge, die Eisentheile durch Digestion mit Salzsäure ausziehen, und so den Schmirgel wieder in brauchbarer Gestalt herstellen. (Glühen zerstört zwar das Oel, entfernt aber nicht das Eisen und nimmt den Schmirgelkörnchen ihre Härte.)

Eine eigenthümliche Anwendungsart des Schmirgels ist die auf Papier oder Kattun, ohne Oel. Man versteht unter **Schmirgelpapier** (papier à l'émeri, papier d'émeri, papier émerisé, *emery-paper*) starkes Schreibpapier oder dünnes glattes Packpapier, welches auf einer Seite dicht und gleichmäßig, aber in einer ganz dünnen Lage, mit fest daran haftendem Schmirgelpulver bedeckt ist. Um es zu verfertigen, bestreicht man das Papier mit heißem Leimwasser, siebt den geschlämmten und fein zerriebenen Schmirgel darauf, drückt ihn allenfalls durch eine darüber gerollte hölzerne Walze ein, schüttelt den nicht angeklebten Ueberschuß desselben ab, läßt trocknen, gibt einen neuen Anstrich von Leimwasser, trocknet wieder und preßt. Bei großer Feinheit des Schmirgels hält dieser fester, wenn man ihn mit Leimwasser zu einem Brei anmengt und mittelst des Pinsels dünn auf das Papier streicht. Man gebraucht das Schmirgelpapier trocken, vorzüglich zum Schleifen von Messing und Argentan; auf Stahl und Eisen wird es fast nur angewendet, um Rostflecken auszutilgen, daher es auch wohl unter dem Namen **Rostpapier** vorkommt. Statt dieses Papier aus freier Hand zu gebrauchen, beklebt man damit, zu großer Bequemlichkeit, die Oberfläche verschiedentlich geformter Hölzer, die man nach Art gewöhnlicher Schmirgelhölzer handhabt. Auf solchen Hölzern kann man das Papier am zweckmäßigsten mittelst eines Wachsanstriches befestigen, weil es sich dann leicht wieder abnehmen und durch neues ersetzen läßt, wenn es abgenutzt ist. — **Schmirgelkattun** (**Schmirgelzeug**, **Schmirgelleinwand**, toile émeri, *emery cloth*) ist Kattun, auf gleiche Weise wie das Papier mit Schmirgel überkleidet; er hat gegen das Papier den Vorzug, daß er beim Gebrauch nicht so leicht zerreißt oder Brüche bekommt. Man zieht zu dessen Bereitung den Kattun auf Rahmen, bestreicht ihn mit dünnem Leim, worunter etwas Weizenmehl gekocht ist, spannt ihn wieder straff an (da er durch den Anstrich sich dehnt), streicht nach dem Trocknen etwas stärkeren Leim auf und übersiebt diesen mit Schmirgelpulver, schüttelt und bürstet nach abermaligem Trocknen das lose Pulver ab, wiederholt endlich den Leimanstrich, das Aufsieben des Schmirgels, das Trocknen und Abbürsten.

Zur Darstellung des Schmirgelpapieres wird wohl eine Maschine[1]) angewendet, welche alle Arbeiten (Leimanstrich, Bestreuen, Abschütteln, Zerschneiden in Bogen) selbstthätig verrichtet, sodaß nur das Trocknen in einer geheizten Kammer übrig bleibt. — Unechtes

[1]) Bulletin d'Encouragement, XLV. (1846), p. 172. — Génie ind., II. 151. — Brevets 1844, I. 71. — Polyt. Journ., Bd. 102, S. 8. — Polyt. Centr. 1851, S. 1372. — Mittheilungen 1865, S. 82.

(viel weniger gutes) Schmirgelpapier wird mit gepulverten Eisenschlacken oder Hammerschlag dargestellt. Dem Schmirgelpapier verwandt sind ferner das Glaspapier (papier verré, papier de verre, *glass-paper*) und das Sandpapier (papier sablé, *sand-paper*), welche beide aber mehr zum Glattschleifen der Holzarbeiten von Tischlern angewendet werden. Ersteres enthält statt des Schmirgels zerstoßenes Glas, letzteres feinen scharfen Quarzsand oder ein Gemenge von solchem mit Glaspulver. Wie der Schmirgel, wird auch das Glaspulver öfters auf Kattun angebracht (Glasleinwand, toile verré, *glass-cloth*).

Außer dem Schmirgel werden, wiewohl in beschränkterem Maße, zum Schleifen angewendet:

2) Hammerschlag (Eisenhammerschlag, S. 8). Man nimmt die beim Schmieden des Eisens abspringenden Schuppen und zerstößt sie zu Pulver, oder sammelt — um diese Mühe zu sparen — gleich den Theil des Hammerschlages, welcher sich unter dem Fuße des Ambosses schon in ziemlich feiner Pulvergestalt findet. Nur zum Schleifen ordinärer Eisenwaren wird von den Schlossern der Hammerschlag (auf Holz und mit Oel) statt des Schmirgels angewendet. Zu den regelmäßigen Verfahrungsarten guter Arbeiter gehört diese ökonomische Gewohnheit nicht.

Stahlpulver (aus Stahl bereitet, den man weißglühend in kaltem Wasser ablöscht und dann in einem Mörser von weißem Gußeisen aufs feinste zerstößt) ist als ein guter Ersatz des Schmirgels empfohlen worden.

3) Der levantische Oelstein (S. 415), den man zu Pulver zerstößt, allenfalls auch noch durch Schlämmen, wie den Schmirgel (S. 417), verfeinert und in mehrere Sorten abtheilt. So zubereitet, führt er an manchen Orten den Namen Oelstein-Schmirgel. Seine Anwendung beschränkt sich (da er theurer ist als Schmirgel) auf das Schleifen feiner stählerner Arbeiten bei Uhrmachern u. s. w. Man bedient sich desselben mit Oel, und zwar — wie in ähnlichen Fällen des Schmirgels — auf Eisenstäbchen, auf Holz, auf Spiegelglas oder auf den Scheiben des Lapidärs (S. 419).

4) Bimsstein (S. 416), im gepulverten und geschlämmten Zustande, ist ein gutes Schleifmittel für Metalle von mäßiger Härte, also: Messing, Argentan, Kupfer, Silber, Zink. Man gebraucht ihn theils mit Wasser, theils mit Oel, und trägt ihn gewöhnlich auf Holz auf. Zuweilen überzieht man Papier mit Bimssteinpulver und wendet dieses Bimssteinpapier (papier ponce) statt Sand- oder Glaspapier (s. oben) an.

Zum Einschleifen messingener Hähne (S. 421) u. dgl. ist der Bimsstein dem Schmirgel vorzuziehen; von letzterem setzen sich fast immer feine Theilchen in den Poren des Gußmessings fest, und die Folge davon ist, daß die zusammengeschliffenen Flächen immer rauh bleiben und bei der Bewegung auf einander sich gegenseitig abnutzen. Beim Bimsstein bemerkt man diese Erscheinung nicht und eben so wenig bei gesiebtem Formsande oder feinem Lehm, welche beide man öfters (mit Wasser) zu dem angegebenen Zwecke benutzt.

5) Feuerstein, zu Pulver gestoßen und gesiebt oder geschlämmt, gibt ein gutes Schleifpulver, besonders auf Messing und Eisen. Feuersteinpapier, *flint-paper*, wird mittelst dieses Pulvers nach Art des Schmirgelpapiers (S. 422) bereitet und gleich dem letzteren angewendet.

6) Sand (nämlich sehr feiner Flußsand) wird, auf Lederscheiben, zum Schleifen der Waren aus Britannia-Metall angewendet, und zwar in halbfeuchtem Zustande, etwa so wie frisch gegrabener Sand zu sein pflegt. Um das Innere von Gefäßen auszuschleifen, gibt man den Scheiben nur 25 bis 75^{mm} Durchmesser, auf der Umfläche eine zweckmäßige Querrundung, und setzt sie an das Ende eines 80 bis 150^{mm} langen Schaftes, der an der Drehbankspindel eingespannt wird[1]).

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 418.



VI. Poliren.

Die Hervorbringung der höchsten Glätte und des davon abhängigen Glanzes — welcher der Zweck des Polirens ist — kann auf zweierlei Weise erreicht werden: entweder durch Wegnahme der feinen Unebenheiten, welche noch auf der Metallfläche vorhanden sind; oder durch Niederdrücken derselben. Im ersten Falle ist das Poliren eigentlich eine Fortsetzung des Schleifens, wird wie dieses mit feinen pulverförmigen Substanzen verrichtet, und heißt auch wohl (z. B. in der Kunstsprache der Goldarbeiter) recht bezeichnend das Glanzschleifen. Im zweiten Falle besteht die Verrichtung wesentlich darin, daß man die Oberfläche der Arbeitstücke mit einem sehr glatten und harten Werkzeuge (gewöhnlich einem sogenannten Polirstahle) stark reibt, bis alle Rauhigkeit verschwunden und der Glanz zum Vorscheine gekommen ist.

Eine eigenthümliche, von beiden angeführten verschiedene Methode, kleine Metallarbeiten blank und glänzend zu machen, verdient im Vorbeigehen angeführt zu werden. Beide Wirkungen, nämlich das Niederdrücken und das Abschleifen oder Abreiben der Rauhigkeiten kommen hier meist vereint vor. Es besteht das Verfahren darin, eine Menge kleiner Arbeitstücke (zuweilen mit Sand oder einem andern Schleif- oder Polirpulver, trocken oder mit Wasser) in eine liegende Tonne, Scheuertonne, zu geben und letztere (nur höchstens zur Hälfte gefüllt) so lange um ihre Achse zu drehen, bis die Stücke sich glattgerieben haben. Um das hierzu nöthige Rollen und Fallen der Gegenstände zu befördern, ist es zweckmäßig die Zapfen der Tonne nicht mitten auf den Böden, sondern derartig exzentrisch und zugleich schief anzubringen, daß die Drehachse des Gefäßes zwar horizontal, dessen geometrische Achse aber geneigt liegt [1]). — Beim nassen Scheuern kleiner Eisensachen ist die Entwicklung einer beträchtlichen Menge brennbaren (Wasserstoff-) Gases beobachtet worden, welche zu Explosionen Anlaß geben kann.

Hier kann das auf gleichen Gründen beruhende Verfahren angeführt werden, durch welches man feine glatte Ketten von Stahl, Messing, Gold und Silber, wenn sie durch den Gebrauch schmutzig geworden sind oder die Politur verloren haben, wieder aufputzt. Es besteht darin, daß man die Kette, in der hohlen Hand zusammengehäuft, mit hinzugegebenem Putz- oder Polirpulver zwischen beiden Händen anhaltend in kreisförmiger Bewegung reibt und scheuert. Auf Stahl nimmt man zuerst feines Bimssteinpulver mit Wasser, dann Zinnasche mit Wasser oder Baumöl, hierauf Polirroth mit Wasser oder Oel, endlich trockene feine Sägespäne; auf Messing anfangs Bimsstein, nachher Knochenasche, dann Polirroth, sämmtlich mit Wasser; auf Silber Knochenasche und Polirroth naß, dann Polirroth trocken; auf Gold nur trockenes Polirroth. Das Abwaschen und das Trocknen durch Sägespäne machen immer den Schluß.

A) Poliren mit Polirpulvern, oder Glanzschleifen (polir, polissage, *polishing*). — Im Wesentlichen stimmt dasselbe gänzlich mit dem Schleifen durch pulverförmige Körper (S. 417) überein; nur daß es mit feineren und zarteren Pulvern vorgenommen wird, die man übrigens ebenfalls mit Baumöl (in einigen Fällen mit Branntwein oder Weingeist) anmacht und auf Werkzeuge von verschiedener Substanz aufträgt. Oft werden mehrere Polirmittel nach einander angewendet, von denen jedes folgende die vorhergehenden an Feinheit und Zartheit übertreffen muß. Die größte Sorgfalt muß darüber wachen, daß nicht scharfe oder grobe Körnchen, welche Ritzen verursachen könnten, unter die Polirpulver gerathen: letztere müssen deshalb gut geschlämmt und reinlich aufbewahrt werden.

Niemals kann durch das Poliren ein schöner und makelloser Glanz hervorgebracht werden, wenn nicht die Arbeitstücke durch das Schleifen gehörig vorbereitet, d. h. ganz frei von Ritzen und mit sehr feinmatter Oberfläche dargestellt sind. Auf das Verfahren beim Poliren sind übrigens — mit Berücksichtigung der verschiedenen Umstände — alle Bemerkungen anwendbar, welche (S. 417—423) in Betreff des Schmirgelns gemacht wurden. Eine ausgezeichnete Politur ist jederzeit nur das Resultat sehr großer Geduld

[1]) Génie ind., IV. 297. — Jobard, Bulletin, XXIII. 20. — Polyt. Journ., Bd. 127, S. 418.

und sorgfältiger Bemühung. Den vollkommensten Glanz nehmen die härtesten, gleichförmigsten und dichtesten Metalle an, wohin vor allen der gehärtete Gußstahl zu rechnen ist. Eben weil die Härtung dem Poliren so günstig ist, pflegt man kleine Stahlsachen, welche aus keinem Grunde der Härte bedürften, aber schöne Politur empfangen sollen, zu härten; und aus Schmiedeisen verfertigte Gegenstände werden eingesetzt und gehärtet, wenn man sie nachher poliren will (S. 27).

Am gewöhnlichsten werden die Polirpulver beim Gebrauche auf Holz, Leder oder Filz aufgetragen. Des Holzes (Lindenholz oder Weidenholz) bedient man sich in Gestalt gerader Stäbchen nach Art der Schmirgelhölzer (S. 419); bei kleinen Arbeiten kann man oft nur mit sehr dünnen Holzspänchen in alle vorhandenen Winkel und Vertiefungen gelangen; hölzerne Scheiben (Polirscheibe, polissoire) werden manchmal angewendet, doch meistentheils mit Leder oder Hutfilz überzogen. Auch die geraden Polirhölzer bekleidet man sehr häufig mit weichem Leder (Lederfeile, cabron, *buff stick*) oder Filz, welche Stoffe straff ausgespannt darauf festgeleimt werden; selten gebraucht man Leder und Filz ohne Holz frei in der Hand. In einzelnen Fällen dienen die Fingerspitzen oder die Haut des bloßen Armes zum Auftragen des Polirmittels: dieses Verfahren ist namentlich beim Poliren der goldenen und silbernen Uhrgehäuse im Gebrauch, wo oft zur Vorbereitung die Haut durch Abreiben mit Bimsstein zart und weich gemacht werden muß. Gegenstände mit verzierter Oberfläche lassen sich meist auf keine andere Weise poliren, als mit einer kleinen etwas steifen Bürste, durch deren Hülfe man dem Polirpulver in alle Vertiefungen Eingang verschafft. Als Mittel, in sehr feine Spalten oder Ecken zu gelangen, benutzt man einen ein- oder mehrfachen Zwirnfaden, welcher mit dem Polirmittel versehen und durch Hin- und Herziehen in Wirkung gesetzt wird. Beim Poliren der feinen Uhrmacher-Arbeiten dienen zum Auftragen der Polirmittel sehr oft Stücke von Spiegelglas, sowie glattgefeilte und abgeschliffene Stäbchen von Eisen (vergl. S. 418), von Bronze oder rothem Messing (sogenannte Metallfeilen, vergl. S. 54) und von einer Mischung aus Zink und Zinn oder 8 Zink und 1 Kupfer (Zinkfeilen). Endlich wird auch der Lapidär (S. 419) zum Poliren gebraucht, zu welchem Ende man diese Maschine mit Scheiben aus Kupfer, Messing, Glockenmetall, Zinn, Zink (rein oder mit dem achten Theile Kupfer versetzt), Spiegelglas und filz- oder lederbekleidetem Holze versieht.

Die gebräuchlichen Polirpulver sind folgende:

1) Kalk, nämlich gebrannter und ungelöschter, sogenannter lebendiger Kalk (chaux vive, *quick-lime*), wovon aber nur ganz weiße, gut ausgebrannte, von Sand u. dgl. freie Sorten zum Poliren brauchbar sind. In allen diesen Beziehungen zeichnet sich der Wiener-Kalk aus, welcher deshalb durch ganz Deutschland versandt und sehr geschätzt wird. Der Kalk behält seine Brauchbarkeit nur so lange, als er ganz ätzend ist und weder Wasser noch Kohlensäure aus der Luft angezogen hat; man muß ihn daher frisch gebrannt in luftdicht verstopfte Gläser einschließen, und stets so viel wie möglich vor dem Zutritte der Luft bewahren. Zur Anwendung wird nur so viel Kalk, als man in kurzer Zeit zu verbrauchen gedenkt, zu Pulver zerdrückt oder in einer kleinen Reibschale schnell zerrieben, und mit Oel, Wasser oder Weingeist angemacht. Mit Oel gebraucht man ihn zum Poliren von Messing, mit Branntwein oder Weingeist auf Stahl und Eisen; man trägt ihn auf Holz oder Leder, beim Poliren feiner und kleiner Stahlarbeiten auf Spiegelglas. Messing erhält sehr schnell eine schöne Politur mittelst Wiener-Kalk und Oelsäure (s. g. Olein) auf einem wollenen Lappen. Der Kalk greift überhaupt, selbst auf gehärtetem Stahle, stark an, und vollendet in kurzer Zeit die Politur, weshalb er bei manchen Arbeitern vorzüglich beliebt ist; allein die mit Kalk erzeugte Politur des Stahles entbehrt jenes schwärzlichen Scheines, welcher als ein Zeichen des feinsten Glanzes angesehen und sehr geschätzt wird; und das Messing erhält durch Poliren mit Kalk eine nicht gefällige bleichgelbe Farbe, wahrscheinlich weil sich feine Kalktheilchen in den Poren des Messings festsetzen.

Wenn die Flaschen, in welchen man Polirkalk längere Zeit aufbewahrt, nicht völlig luftdicht zugepicht sind, und aus dünnem Glase bestehen, so werden sie — oft erst nach Jahren — durch die Ausdehnung des Kalkes, bei dessen allmäliger Verbindung mit Kohlensäure und Wasser aus der Atmosphäre, zersprengt.

Im Handel kommt hin und wieder unter dem (falschen) Namen „Wiener Kalk" als weißes Pulver (nicht in Stücken) ein Polirkalk vor, welcher ein Drittel seines Gewichtes Bittererde enthält und vermuthlich durch Brennen von Dolomit gewonnen ist.

2) Polirroth, Rouge, Crocus, Englisch Roth, Pariser Roth (rouge, rouge à polir, rouge d'Angleterre, *jeweller's red, rouge, crocus*). Diese verschiedenen Namen bezeichnen das rothe Eisenoxyd, welches ein sehr vorzügliches Polirmittel für fast alle Metalle abgibt, zu diesem Zwecke auf verschiedene Weise künstlich bereitet und durch Schlämmen als feinstes Pulver dargestellt wird.

Bei der Fabrikation des rauchenden oder Nordhäuser Vitriolöls bleibt von dem der Destillation unterworfenen Eisenvitriol ein rothbraunes Pulver zurück, welches gewöhnlich Kolkothar oder Caput mortuum (colcothar, *colcothar*) genannt wird, und Eisenoxyd ist. Doch hängt demselben etwas Schwefelsäure an, welche durch Kochen mit schwacher Pottaschen-Auflösung entfernt wird, worauf man das Pulver gehörig mit Wasser auswäscht und schlämmt. Unter den verschiedenen Verfahrungsarten, durch welche das Polirroth eigens bereitet werden kann, dürften folgende Empfehlung verdienen: a) Man übergießt reine Eisenfeilspäne in einer flachen irdenen Schale mit ungefähr der Hälfte ihres Gewichtes Wasser und läßt sie längere Zeit, unter öfterem Umrühren, der Luft ausgesetzt. Wenn das Gemenge zu einem trockenen Klumpen erhärtet ist, wird dieser zu Pulver gestoßen, letzteres gesiebt und durch Schlämmen von groben Theilen, sowie von unveränderten Feilspänen befreit. Das geschlämmte und wieder getrocknete zarte Pulver besitzt eine dunkelbraune Farbe; es wird in einem hessischen Tiegel schnell geglüht und auf eine eiserne Platte zur Abkühlung ausgeschüttet. Nach dieser Behandlung erscheint es mehr oder weniger dunkel violett und ist sogleich zum Gebrauch geeignet. — b) Man erhitzt käuflichen Eisenvitriol in einer eisernen Pfanne zum Schmelzen, und läßt ihn unter beständigem Umrühren so lange auf dem Feuer, bis er ganz trocken wird und in ein gelblichweißes Pulver zerfällt. Dieses wird zerrieben, gesiebt und sodann in einem bedeckten hessischen Schmelztiegel gegen anderthalb Stunden, überhaupt so lange geglüht, bis beim Abnehmen des Deckels keine Dämpfe mehr aufsteigen. Nach dem Erkalten erscheint die Masse als ein schön rothes, wenig oder gar nicht zusammengebackenes Pulver, welches man im Mörser feinreibt, mit Wasser ein Mal auskocht, endlich auf die bekannte Weise (S. 417) schlämmt. — c) Ein inniges, fein gepulvertes Gemenge von 16 Theilen weißkalzinirtem (d. h. nach vorstehender Anweisung geschmolzenem und wieder trocken gewordenem) Eisenvitriol, 16 Theilen guter, trockener Pottasche und 1 Theile Salpeter wird in einem bedeckten hessischen Tiegel ungefähr eine Stunde lang der Rothglühhitze ausgesetzt; nach dem Erkalten (wo es in einen Klumpen zusammengebacken ist) gepulvert, naß zerrieben, mit heißem Wasser ein paar Mal ausgewaschen; dann geschlämmt und getrocknet. Das feine geschlämmte Pulver zeigt eine kaffeebraune Farbe, und kann schon in diesem Zustande zum Poliren gebraucht werden; wenn man es aber noch ein Mal in einem ganz damit angefüllten, gut bedeckten Tiegel einer kurzen, rasch angebrachten und ziemlich starken Glühhitze aussetzt, so erlangt es die im Handel beliebte violette Farbe und greift (namentlich beim Poliren des gehärteten Stahles) besser an. — d) Gleiche Theile weißkalzinirter Eisenvitriol (s. oben) und Kochsalz werden fein zerrieben, gesiebt und innig mit einander vermengt. Man giebt das Gemenge in einen hessischen Schmelztiegel, der (wegen des Aufblähens in der Hitze) nur zu zwei Drittel davon erfüllt sein darf, und läßt denselben, bedeckt, eine Stunde lang stark rothglühen. Nach dem Erkalten wäscht man den Inhalt des Tiegels mit kochendem Wasser heraus. Aus dem Wasser setzt sich schnell das Eisenoxyd in Gestalt äußerst zarter, röthlichgrauer, metallglänzender Schüppchen ab, welche man noch mehrmals mit heißem Wasser auswäscht und endlich trocknet. — e) Ein sehr vorzügliches Polirroth wird durch Erhitzen des kleesauren Eisenoxyduls gewonnen. Man löst 1 Theil Kleesäure in 6 Theilen, und 2 Theile krystallisirten Eisenvitriol in 8 Theilen kochenden destillirten (oder Regen-) Wassers, filtrirt beide Flüssigkeiten durch Leinwand, gießt noch sehr heiß die erste zu der zweiten; wäscht und trocknet den gelben Niederschlag, und erhitzt ihn in einem reinen Metallgefäße unter beständigem Umrühren mit einer eisernen Spatel, bis er eine zimmtbraune Farbe angenommen hat.

Das Polirroth hat im Allgemeinen, wie der Name anzeigt, eine rothe Farbe; aber diese geht aus dem hellen, fast ziegelartigen Roth durch eine Menge von Abstufungen

ins Braunrothe, Rothbraune und Dunkelviolette über. Die Ursache dieser Farbenverschiedenheit liegt hauptsächlich in dem bei der Bereitung angewendeten Hitzegrade; denn je höher dieser gewesen ist, desto dunkler erscheint das Produkt. Die dunklere Farbe ist ein sicheres Kennzeichen von größerer Härte der Pulvertheilchen; aus diesem Grunde taugt das braune und violette Rouge am besten zum Poliren des Stahles (Stahl-Rouge), das hellrothe mehr für die weicheren Metalle, namentlich Gold und Silber (Gold-Rouge). Auf Stahl bringt das Polirroth die ausgezeichnetste Politur hervor, welche sich durch einen eigenthümlichen grauschwarzen Schimmer charakterisirt; man gebraucht es mit Oel oder Weingeist auf Lederfeilen oder beledertеn Scheiben, bei kleinen Arbeiten auf Eisen-, Metall- und Zinkfeilen, auf Weiden- oder Lindenholz, auf Spiegelglas, auf den verschiedenen Scheiben des Lapidärs. Messing erhält durch Polirroth (mit Oel oder mit Weingeist auf Leder gebraucht) den höchsten Glanz, dessen es fähig ist, und zugleich eine angenehme hochgelbe Farbe, in welcher letzteren Beziehung sich die Wirkung des Polirrothes auffallend günstig von der des Kalkes unterscheidet (S. 425). Beim Poliren von Gold und Silber bedient man sich des Polirrothes immer mit Branntwein oder Weingeist, und zwar auf Weidenholz, Zwirn, Leder, Filz, nöthigen Falls auf einer nicht zu steifen Bürste.

Statt des künstlich bereiteten Eisenoxydes kann das natürliche, welches bald mehr bald weniger rein (im letztern Falle namentlich mit Thon gemischt) vorkommt, als Polirmittel angewendet werden, wenn es sich um Wohlfeilheit und nicht so sehr um feine Arbeit handelt. Feingepulverter Blutstein, ferner Rothstein (thoniger Rotheisenstein) und selbst manche Arten von Ocher (im gebrannten Zustande) gehören hierher.

3) Zinnasche. Gehörig geschlämmt bietet dieselbe ein treffliches Polirmittel für Stahlarbeiten dar. Man bedient sich ihrer mit Oel auf weichem Holz oder auf der Lederfeile, auch auf den Scheiben des Lapidärs.

Sehr feine Zinnasche zum Poliren erhält man auf folgende Weise: 2 Theile Zinnsalz in 12 Theilen destillirten Wassers und 1 Theil Kleesäure in 6 Theilen Wasser aufgelöst, werden, während beide Flüssigkeiten noch kochend heiß sind, vermischt; man sondert den sich erzeugenden weißen Niederschlag ab, wäscht und trocknet ihn, und erhitzt ihn endlich in einem flachen Gefäße unter fleißigem Umrühren, bis kein Erglimmen mehr Statt findet.

4) Diamantin (diamantine), ein seit mehreren Jahren von der Schweiz aus bei den Uhrmachern eingeführtes treffliches Stahlpolirmittel in Gestalt eines zarten schneeweißen Pulvers; nach der chemischen Untersuchung aus reiner geglühter Thonerde (Alaunerde) bestehend; wird wie Zinnasche gebraucht.

5) Tripel (tripoli, *tripoli*). Unter diesem Namen werden verschiedenartige Mineralien zum Poliren angewendet. Zuweilen ist der Tripel nichts als von der Natur selbst zerkleinerter, durch Wasserströme fortgeführter und geschlämmter Bimsstein; in anderen Fällen besteht derselbe aus den Ueberresten von Thonschiefern, welche durch entzündete Stein- oder Braunkohlenlager kalzinirt worden sind, oder aus Massen mikroskopisch-kleiner Schalthier-Gehäuse; manche feine und stark kieselhaltige Thonarten kommen gleichfalls unter dem Namen Tripel vor; desgleichen der Polirschiefer der Mineralogen (Silber-Tripel). Die Farbe des Tripels ist meist schmutziggelb oder blaßroth, seltener bräunlich oder grau. Zum Gebrauch wird derselbe geschlämmt, in Kugeln oder kegelförmige Klumpen geformt und so in den Handel gebracht. Man bedient sich des Tripels zum Poliren des Messings, Kupfers, Silbers und Goldes, jederzeit mit Oel, meistentheils auf Leder oder Filz; nur zur gänzlichen Vollendung der Politur gebraucht man höchst fein geschlämmten Tripel als trockenes Pulver. Gegenstände aus Britannia-Metall werden mit Tripel auf der bloßen Handfläche polirt.

6) Englische Erde (terre pourrie, *rotten-stone*) ist eine sehr feine und leichte Art des Tripels (nach Anderen das Produkt der Verwitterung von Schiefern oder schwarzem Marmor), von dunkel-aschgrauer oder bräunlich-grauer Farbe, welche ganz

wie der gewöhnliche Tripel angewendet, aber höher als dieser geschätzt wird. D[illegible] beste findet sich in Derbyshire und bei Swansea in Wales.

7) Knochenasche, Beinasche, gebrannte Knochen, Schafbein (cendr[illegible] d'os, *bone-ashes*), d. i. der erdige (größtentheils aus phosphorsaurem Kalk bestehende) Rückstand, welchen die Knochen der Thiere beim Ausbrennen im offenen Feuer hinterlassen. Dieser Rückstand bildet Stücke von der unveränderten Gestalt der Knochen wird gepulvert und geschlämmt, wonach er ein sehr zartes weißes Pulver darstellt. Man wählt vorzugsweise Schafknochen, um sie auf diese Art zum Poliren zuzubereiten. Die Knochenasche wird gebraucht zum Poliren der Goldarbeiten, wobei man sie mit Weingeist auf eine Lederfeile oder auf Filz ꝛc. aufträgt; ferner mit Wasser, oder auch trocken, zum Putzen angelaufener Silberwaren.

8) Kreide (craie, *chalk*), im geschlämmten Zustande, dient nicht sowohl als eigentliches Polirmittel, als vielmehr auf bekannte Weise zum Putzen angelaufener oder schmutzig gewordener Gegenstände von Kupfer, Messing, Silber ꝛc.

9) Reißblei, Graphit (plombagine, mine de plomb, *black lead*). Obschon dieses Mineral keine beträchtliche Härte besitzt, so scheinen doch die kleinsten Theile desselben in geringem Grade den Stahl anzugreifen und eine demselben ertheilte Politur noch einigermaßen zu erhöhen. Man muß dies aus dem Umstande schließen, daß fein geschlämmtes Reißblei, mit Fett angemacht und auf Leder aufgetragen, beim Abziehen der Rasirmesser und Federmesser mit Erfolg gebraucht wird, um der Schneide die höchste Feinheit zu geben. Dies ist übrigens der einzige Fall, wo man sich des Reißbleies als Polirmittel bedient.

10) Kienruß, gut ausgeglüht, mit Weingeist auf Leder oder einer weichen Bürste gebraucht, ist ein treffliches Mittel um Goldarbeiten zu allerletzt den höchsten Glanz zu geben. Unausgeglüht macht er aber, wegen des in ihm enthaltenen Oeles, einen schmutzigen bräunlichen Strich.

11) Holzkohle dient öfters zum Poliren des Stahles und des durch Einsetzen gehärteten Eisens (z. B. Säbelklingen und Gewehrschloß-Bestandtheile), wird zu diesem Zwecke auf Holzscheiben eingerieben, welche man dann mit einem geschliffenen Achate oder Feuersteine glättet.

12) Magnesia (Magnesia alba), mit einem Läppchen weichen Handschuhleders angewendet, ist ein vortreffliches Mittel zum Putzen oder Aufpoliren in Gebrauch gewesener Silbergeräthe.

13) Ziegelmehl (im gemeinen Leben häufig Rothstein genannt) dient als sehr gebräuchliches Putzmittel für Eisen- und Messinggeräthe.

B) Poliren mit dem Polirstahle, Gerbstahle (brunir, brunissage, *burnishing*). Wenn ein Körper durch Druck und Reibung einem anderen große Glätte mittheilen soll, so muß er selbst sowohl sehr glatt als sehr hart sein. Aus diesen wenigen Worten ergeben sich die nothwendigen Eigenschaften eines Polirstahles (brunissoir, *burnisher*, S. 424); und es dürfte nur noch hinzuzufügen sein, daß dieses Werkzeug eine Gestalt haben muß, durch welche es möglich wird, dasselbe bequem und mit dem größten Erfolge anzuwenden. Die Polirstähle sind von glashartem Stahle und auf das Feinste polirt; ihre Größe ist meist gering und insbesondere die wirksame Fläche nur schmal, damit der ausgeübte Druck auf einen kleinen Raum beschränkt desto erfolgreicher sei, d. h. dem Arbeitstücke einen starken Glanz mittheile. Gewöhnlich ist der Polirstahl mit einem langen hölzernen Hefte versehen, welches zur Verstärkung des Druckes auf die Schulter gelegt oder unter den Arm genommen wird. Kleineren gibt man ein kurzes mit der Faust zu umfassendes Heft. In manchen Fällen bedient man sich, um sehr starken Druck anzuwenden, einer 600 bis 900mm langen eisernen Gerbstange, die an einem Ende einen Haken, am anderen ein Heft hat. Ziemlich nahe beim Haken ist unterwärts der Polirstahl eingesteckt. Die Stange wird in horizontaler Lage gebraucht, wobei man den aufwärts stehenden Haken unter ein an der Werkbank befestigtes Eisen stützt. — Die Gestalt der Polirstähle ist eben so sehr verschieden, wie jene der Arbeitstücke, da vorzüglich

die ungleiche Größe und Krümmung konvexer und konkaver Oberflächen viele Aenderungen des Werkzeuges erfordern. Man findet daher gerade (zungenförmige), am Ende theils zugespitzte, theils abgerundete, auf den Flächen mehr oder weniger gewölbte oder ganz platte Polirstähle; ferner solche, die nur an der Spitze leicht gekrümmt, andere die halbmondförmig oder noch stärker krumm sind; solche, die statt der Spitze eine gerade abgerundete Kante oder eine schmale Zylinderfläche besitzen; rc. rc.[1]).

Statt der Polirstähle können in gewissen Fällen harte Steine dienen, welche in der Gestalt von Polirstählen zugerichtet und sehr fein polirt sind (**Polirsteine**, pierre à brunir): Achat (agate), Jaspis, Chalzedon, Feuerstein (silex) gehören hierher, haben aber eine sehr beschränkte Anwendung; dagegen wird der **Blutstein** (sanguine, pierre sanguine, *blood-stone*) häufig und mit Vortheil an der Stelle des Polirstahles gebraucht, besonders auf goldenen, vergoldeten und versilberten Arbeiten. Der Blutstein ist ein (aus rothem Eisenoxyd bestehendes) Eisenerz von beträchtlicher Härte, röthlichgrauer Farbe und strahligfaserigem Gefüge. Ausgewählte harte und dichte Stücke desselben schleift man auf Sandsteinen zu der erforderlichen Gestalt, glättet sie durch Schmirgeln und polirt sie mit Englischroth auf Leder. Die besten Blutsteine sind selten und stehen in hohen Preisen.

Das Poliren mit Polirstählen und Polirsteinen eignet sich ganz besonders für Metalle von geringer Härte, welche — wie z. B. das Zinn — eben wegen ihrer Weichheit, durch Polirpulver keinen schönen Glanz annehmen. Das Verfahren dabei ist sehr einfach: das Werkzeug wird mit der rechten Hand nahe am unteren Ende des Heftes (wo der Stahl oder Stein befestigt ist) gefaßt, auf die Arbeit niedergedrückt und nach Erforderniß in kurzen oder längeren Zügen vor- und rückwärts geführt. Runde Gegenstände läßt man in der Drehbank umlaufen, während der Polirstahl oder Polirstein angehalten wird (vergl. S. 306). Gegenstände aus Blech, welche auf der Rückseite hohl und so dünn sind, daß sie durch den Druck des Polirstahles beschädigt werden könnten, muß man auf eine gehörig gestaltete Unterlage von Blei legen, welche ihre Höhlung ausfüllt. Der Polirstahl wird beim Gebrauch auf Silber, Gold oder vergoldeten Arbeiten fleißig mit Seifenwasser oder schwachem Essig benetzt, wodurch er schlüpfrig bleibt, sich nicht zu sehr erhitzen kann und schneller wirkt; auf Kupfer und Eisen kann man Oel oder Seifenwasser, auf Messing Bier oder Bierhefe zu Hülfe nehmen.

Durch fortgesetzte Arbeit verliert der Polirstahl seine angreifende Kraft, und er gleitet dann mit zu großer Schlüpfrigkeit fast wirkungslos über das Metall hin (in Folge sehr feiner Theilchen des polirten Metalles, welche sich angehängt haben). Um diesem Fehler abzuhelfen, reibt man die Polirstähle auf einem mit Zinnasche und Oel versehenen über Holz aufgezogenen Leder, die Blutsteine auf einem ähnlichen Leder, wo sich Polirroth mit etwas Oel befindet. Wird ein zu großer Druck auf den Polirstahl angewendet, so schieben sich Theilchen der bearbeiteten Oberfläche vor demselben her, und bilden mehr oder weniger auffallende (jedoch nur dem Auge bemerkbare) Querfalten oder Rippen, welche der Schönheit des Glanzes in hohem Maße Eintrag thun. Es gehört Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit dazu, um beim Poliren den Druck so gleichmäßig auszuüben, daß keine Streifen entstehen, welche sich durch stärkern oder geringern Glanz unterscheiden. Daher fällt in der Regel die mit dem Stahle oder Blutsteine gemachte Politur nicht so schön und gleichförmig aus, wie die durch Polirpulver hervorgebrachte. Sorgsame Arbeiter bedienen sich darum auch des Polirstahles fast niemals auf Eisen, und auf Kupfer, Messing rc. nur dann, wenn die Umstände die Anwendung von Polirpulvern nicht gestatten. Dies ist aber wirklich der Fall: a) Wenn der Gebrauch des Polirstahles zugleich zur Absicht hat, durch den Druck die Oberfläche des Metalles zu verdichten; wie z. B. beim Poliren von Kupferplatten für den Kupferstich. — b) Wenn die zu polirende Oberfläche mit Erhöhungen und Vertiefungen versehen ist, in welche man auf keine andere Weise, als mit dem Polirstahle, vollkommen hineingelangen kann. — c) Wenn eine Metallfläche nur theilweise polirt werden soll und insbesondere die zu polirenden Stellen klein oder zahlreich sind. Mit Polirpulvern würde man in solchen Fällen diejenigen Theile, welche matt bleiben sollen, nicht sicher genug verschonen können. —

[1]) Technolog. Encyklopädie, VII. 203.



d) Wenn das zu polirende Metall einen dünnen Ueberzug hat, der durch Polirpulver weggerieben werden würde. So können vergoldete Gegenstände nur mit dem Polirstahl oder Blutstein polirt werden; desgleichen Goldarbeiten, welche gefärbt sind (S. 410), und geringhaltige weiß gesottene Silberarbeiten (S. 411).

Dem Polirstahle sind, dem Zwecke und der Gebrauchsart nach, einige andere Werkzeuge verwandt, welche in gewissen Fällen als Ersatzmittel desselben dienen. Dies sind: die Polirfeilen, die Glättahlen und die Kratzbürsten.

Unter **Polirfeilen** (brunissoir, *burnisher, polishing file)* versteht man harte stählerne Werkzeuge, welche an Gestalt den flachen, viereckigen, halbrunden oder dreieckigen Feilen gleichen, aber statt des Hiebes eine viel feinere Rauhigkeit besitzen. Es sind nämlich die Flächen der Polirfeilen zuerst auf einem runden umlaufenden Schleifsteine dergestalt geschliffen, daß die Schleifstriche querüber liegen; dann aber mit Zinnasche oder Polirroth fein polirt. Diese zarten Pulver können den Schleifstrich nicht vertilgen, stumpfen ihn jedoch ab, und verleihen der Feile einen starken Glanz. Wird nun das Werkzeug wie eine gewöhnliche Feile über eine Metallfläche hingeführt, oder an ein in der Drehbank (im Drehstuhle) umlaufendes Arbeitstück gehalten, so wirkt es durch seine Glätte nach Art eines Polirstahles und zugleich durch den stumpfen Schleifstrich sehr schwach feilenartig. In der That werden äußerst zarte Metallstäubchen von der Arbeit abgerieben und letztere erhält einen hohen Glanz, ohne daß man nöthig hat, so starken Druck anzuwenden, als ein eigentlicher Polirstahl erfordern würde. Es sind fast nur die Uhrmacher, welche von den Polirfeilen Gebrauch machen, weil gerade diesen Künstlern am meisten zarte Gegenstände vorkommen, die den Druck des Polirstahles nicht vertragen könnten.

Glättahlen, Polirahlen (alésoir rond, *round broach*) sind gehärtete stählerne Werkzeuge, welche den Reibahlen (S. 285) bis auf den einzigen Umstand gleichen, daß sie im Querschnitte völlig kreisrund, auf der Oberfläche ganz glatt und selbst polirt sind. Man bedient sich ihrer, um Löcher, welche mit einer Reibahle erweitert wurden und davon noch einige Rauhigkeit besitzen, zu glätten. Die (konische) Ahle wird zu diesem Behufe mit einiger Gewalt in das Loch hineingedreht und drückt dessen Unebenheiten nieder, fast wie ein Polirstahl thun würde. Es versteht sich, daß man die Glättahlen von eben so verschiedener Größe haben muß, wie die Reibahlen.

Die **Kratzbürste, Drahtbürste** (gratte-bosse, gratte-boësse, gratte-brosse, *scratch-brush, wire-brush*) [1]) ist ein bürstenähnliches kleines Werkzeug aus dünnem Messingdraht (seltener und nur zu gewissen Zwecken aus Eisendraht). Man schlägt den Draht über zwei parallele Stäbchen einige hundert Mal hin und her und bildet so aus demselben eine Art Strähn von 150 mm Länge, dessen mittlerer Theil mit dickerem Drahte dicht bewickelt wird. Nur die beiden Enden, wo die schleifenartigen und bogenförmigen Umbiegungen des Drahtes sich befinden, ragen 15 bis 20 mm weit aus jener Umwickelung hervor; diese Enden sind es auch, welche den wirksamen Theil der Kratzbürste ausmachen, indem man die Arbeit damit kratzt oder reibt. Man gebraucht selten die Bürste in ihrem ursprünglichen Zustande, meist schneidet man die Schleifen derselben auf, sodaß sie einer wahren Bürste noch ähnlicher wird. Um sie kraftvoller führen zu können, bindet man sie an einen hölzernen Stock, was besonders dann zweckmäßig ist, wenn viel und anhaltend mit der Kratzbürste gearbeitet werden muß. In dem Maße, wie die Drähte durch Abnutzung sich verkürzen, wickelt man den äußeren, dicken Draht ab, der zugleich benutzt wird, um die Bürste an dem Stocke zu befestigen. Sehr nützlich sind Kratzbürsten in Scheibenform ähnlich anderen Bürstenscheiben (S. 421).

Das **Kratzen** (gratte-bosser, *scratching*) findet als ein Mittel zur Hervorbringung von Glanz hauptsächlich in solchen Fällen Anwendung, wo die Gestalt der Arbeitstücke weder die Anwendung von Polirpulvern noch jene des Polirstahles gestattet. So können feine goldene und vergoldete Kettchen, desgleichen goldene oder vergoldete Gegenstände

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 527.

deren Oberfläche mit feinen erhabenen und vertieften Verzierungen versehen ist, nur mittelst der Kratzbürste Glanz erhalten, welche letztere beim Gebrauch mit Seifenwasser oder Bier benetzt wird; aber auch manche vergoldete und gefärbte goldene Waren, welche glatt sind, behandelt man in dieser Weise, und sie erhalten dadurch einen unvollkommnen Glanz, eine Art von sehr feinem, schimmerndem Matt. Die Wirkung der Bürste besteht jedenfalls in einem wahren Glattreiben und ist somit jener des Polirstahles verwandt. Neuerlich hat man für diese Zwecke gläserne Kratzbürsten eingeführt, gebildet aus einem Büschel von äußerst zarten Glasfäden (sogenanntem gesponnenen Glase), welches — etwa 200mm lang und 12mm dick — dergestalt fest mit Bindfaden umwickelt wird, daß an jedem Ende ein 18mm langer Theil nach Art eines gerade abgeschnittenen Pinsels frei steht: die Feinheit und Härte dieser Fädchen entspricht dem Zwecke ganz ausgezeichnet.

Eine andere Benutzung der (messingenen) Kratzbürsten kommt später, beim Vergolden vor. Eiserne, seltener messingene, Kratzbürsten gebraucht man ferner zur Reinigung der Feilen von den feinen Metallspänen, welche sich darin festgesetzt haben (S. 347).

VII. Graviren (graver, gravure, *engraving*).

Von den zahlreichen Zweigen des Gravirens (wenn man dieses Wort in seiner weitesten Bedeutung nimmt) gehören nur folgende als vollendende Nebenarbeiten hierher:

1) Das Nachgraviren und Ciseliren (ciseler, ciselage) gegossener Arbeiten (z. B. Bronzeguß, Eisenguß), um die im Gusse nicht ganz scharf und rein ausgefallenen Theile auszubessern.

Die feineren Züge solcher Gegenstände werden mit verschiedenen Grabsticheln ausgearbeitet; an Stellen, wo etwa das Metall in Sprünge oder ausgebröckelte Umrisse der Gießform ausgeflossen ist, nimmt man das Ueberflüssige mit kleinen Meißeln (ciselets) weg; größere rauhe Flächen glättet man mittelst Feilen. Das Verfahren im Einzelnen richtet sich natürlich ganz nach den Umständen und ist das Geschäft eigener Arbeiter, welche Ciseleurs (ciseleur-répareur) heißen.

2) Das Graviren von Zeichnungen, mit stärkeren und feineren vertieften Linien, auf Gold- und Silberwaren, messingenen Uhrbestandtheilen, Gewehrläufen und Gewehrschlössern, Säbel- und Degenklingen u. s. w.

Nachdem die beabsichtigte Zeichnung erst auf Papier entworfen und nachher auf dem Metalle mit der Radirnadel (S. 231) leicht eingeritzt ist, wird sie mit dem gewöhnlichen quadratischen oder rautenförmigen Grabstichel (S. 245) ausgeführt. Die verhältnißmäßige Stärke und die angemessene Lage der Striche muß hier die nämliche Wirkung hervorbringen, wie z. B. bei einer Federzeichnung auf Papier. Daß hierzu eine gewisse Fertigkeit und guter Geschmack des Arbeiters wesentliche Erfordernisse sind, versteht sich von selbst. Beim Graviren auf Eisen und Stahl bedient man sich zum Theile kleiner Meißel (mit sehr kurzer geradliniger Schneide), auf welche man mit einem kleinen Hammer schlägt, während man sie allmälig fortrückt, um wo nöthig längere Linien hervorzubringen.

3) Das Graviren von Zahlen, Buchstaben und ganzen Aufschriften zur Bezeichnung mancher Metallarbeiten (ein Geschäft des Schriftstechers).

Außer einer gefälligen Form und der nöthigen Regelmäßigkeit der Ziffern und Buchstaben verlangt man hierbei auch, daß alle Theile einer Aufschrift von gleicher oder verhältnißmäßiger Tiefe und die Striche im Innern so glatt wie möglich seien. Zur richtigen Stellung der Buchstaben werden voraus die nöthigen Linien mit der Radirnadel nach dem Lineale fein eingerissen; sodann wird jedem Buchstaben sein Platz angewiesen und die ganze Schrift wird mit der Radirnadel sehr genau vorgezeichnet. Bei diesem Geschäft ist es oft am zweckmäßigsten, mit der Austheilung der Buchstaben einer Zeile den Anfang von der Mitte aus nach beiden Seiten hin zu machen, weil man es auf solche Weise leicht und ohne vergebliche Versuche dahin bringt, die Zeile mitten auf einen gegebenen Raum zu stellen. Zur Ausarbeitung der Schrift bedient man sich des rautenförmigen Grabstichels und zu sehr feinen Zügen des Messerzeigers. Fette Striche, wie z. B. die der großen römischen Schrift, bildet man durch Nebeneinanderlegung mehrerer Grabstichelschnitte, glättet oder ebnet sie aber zuletzt mittelst eines Flachstichels von angemessener Breite. Dabei befolgt man gern das Verfahren, den Flachstichel in der



Mitte der Länge des breiten Striches aufzusetzen und ihn von da aus ein Mal nach einem Ende, ein Mal nach dem andern Ende des Buchstabens zu führen. Der Grath (barbe) oder die rauhe Kante, welche der Grabstichel jedes Mal zu beiden Seiten eines gestochenen Striches aufwirft, wird mittelst des Schabers (S. 413) weggenommen, worauf man die geschabte Stelle mit einem feinen Wassersteine oder mit Kohle abschleift und wieder polirt. Ist jedoch die Fläche von der Art, daß auf derselben nicht geschabt werden darf, so muß man sich damit begnügen, von jedem Striche besonders den Grath mittelst der Schneide des Grabstichels abzulösen, was freilich mühsamer und schwieriger ist. Bei sehr feiner Gravirung kann auch wohl der zarte Grath bloß durch Schleifen mit nasser Holzkohle beseitigt werden. — Ueber das Einschlagen von Aufschriften mittelst Punzen, als Ersatzmittel des Gravirens, s. m. S. 367.

VIII. Guillochiren.

Ueber diese, auf goldenen und silbernen Dosen, Uhrgehäusen, Uhrzifferblättern, Bleistiftröhren, Schmucksachen 2c. häufig als Verzierung angewendete Arbeit ist das Wesentlichste schon (S. 308) vorgekommen. Hier kann noch hinzugefügt werden, daß man es durch eine geringe Modifikation der geradlinigen Guillochirmaschine dahin gebracht hat, beliebige bildliche Darstellungen (Menschen- und Thierfiguren, Arabesken, Blumen, ja sogar Buchstaben) in der Guillochirung darzustellen, wozu als Patrone derselbe Gegenstand — erhaben oder vertieft in Stahl gravirt — angewendet wird. Die Vorrichtung stimmt dann wesentlich mit den Relief-Kopir-Maschinen (S. 244) überein.

IX. Aetzen (graver à l'eau forte, *etching).*

Was beim Graviren auf mechanischem Wege erreicht wird, nämlich die Entstehung vertiefter Linien auf der Metallfläche, das bewirkt man beim Aetzen durch ein chemisches Mittel. Im Allgemeinen besteht nämlich das Verfahren des Aetzens darin, daß man die durch eine Zeichnung zu verzierende oder mit Aufschriften 2c. zu versehende Metallfläche mit einem dünnen Ueberzuge harziger oder ähnlicher Substanz (Aetzgrund, vernis, *etching varnish)* versieht; in diesem die Züge der Zeichnung 2c. bis auf das blanke Metall einreißt oder herausschabt, und nun eine Flüssigkeit einwirken läßt, welche das Metall auflöst, ohne den Aetzgrund anzugreifen. Nach dem Wiederwegnehmen des letzteren erscheinen die geätzten Züge matt und desto mehr vertieft, je stärker die Flüssigkeit (das Aetzwasser, mordant, eau forte, *mordant)* war, und je länger sie gefressen hat (mordre, *biting-in).*

Der gewöhnliche Aetzgrund wird durch Zusammenschmelzen von 2 Theilen weißem Wachs, 2 Theilen Mastix und 1 Theil Asphalt; oder 3 Theilen weißem Wachs, 2 Theilen Kolophonium und 4 Theilen Asphalt; oder 4 Theilen weißem Wachs, 4 Theilen Asphalt, 1 Theil schwarzem Pech und 1 Theil burgundischem Pech; oder 2 Theilen weißem Wachs, 2 Theilen Asphalt, 1 Theil schwarzem Pech und 1 Theil burgundischem Pech bereitet. Das fein gepulverte Asphalt (Judenpech) wird erst zugesetzt, nachdem die übrigen Zuthaten mit einander flüssig geworden sind. Man formt Zylinder oder Kugeln, indem man die Mischung in warmes Wasser gießt und darin mit den Händen knetet. Zum Gebrauch wird ein Stück des Aetzgrundes in feine Leinwand, dann noch in lockeren Taft eingeschlagen und auf dem erwärmten Metalle mit gelindem Drucke herumgeführt: die geschmolzene Masse schwitzt hierbei durch die feinen Zwischenräume der Leinwand und des Taftes und überzieht die Metallfläche mit einer dünnen Harzschicht, welche beim Erkalten hart wird. In einzelnen Fällen kann man statt des Aetzgrundes auch bloß weißes Wachs anwenden, namentlich wenn die Zeichnung, welche man zu machen hat, keine feinen Züge enthält.

Um das Aetzwasser auf die entblößten Stellen des Metalles mit Bequemlichkeit so lange als nöthig ist wirken zu lassen, faßt man den betreffenden Theil der Fläche mit einem Rande von Wachs (dem etwas Terpentin zugesetzt ist, um es knetbarer zu machen) ein, und schüttet innerhalb desselben die Flüssigkeit auf. Nur selten wird es angehen oder nöthig sein, ein Arbeitstück ganz mit Aetzgrund zu bekleiden und es in das Aetzwasser zu legen. Nach Beendigung des Aetzens spült man die Arbeit wiederholt mit

reinem Wasser ab, trocknet sie mit einem leinenen Tuche und wäscht den Aetzgrund mittelst Terpentinöl weg. — Als Aetzwasser gebraucht man: a) auf Kupfer, Messing und Silber: stark mit Wasser verdünntes Scheidewasser; b) auf Eisen und Stahl: eine Mischung von 420 g Wasser, 15 g ätzendem Quecksilbersublimat, 1 g Weinsteinsäure und 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure; c) auf Gold: mit Wasser verdünntes Königswasser.

Beim Aetzen feiner Zeichnungen in Kupfer ist die Anwendung eines bloß aus Scheidewasser (Salpetersäure) und Wasser gemischten Aetzwassers der Erfahrung nach nicht zweckmäßig. Weit mehr kann folgende Bereitung empfohlen werden: Man löst in Scheidewasser so viel Kupfer auf als es aufzunehmen vermag, und zugleich bereitet man eine gesättigte Auflösung von Salmiak in Essig. Drei Maßtheile der Kupferauflösung vermischt man sodann mit einem Maßtheile der Salmiakauflösung, wodurch eine grünliche Flüssigkeit entsteht, welche man klar abgießt und auf die mit dem Wachsrande eingefaßte Kupferplatte bringt, wo man sie durch vorsichtiges Zutröpfeln von Scheidewasser, unter gleichzeitigem Umrühren mit einer Schreibfederfahne, so lange verschärft, bis sie in hinlänglichem Grade ätzt. — Die wesentlich durch Gehalt von Salpetersäure wirkenden Aetzwasser entwickeln während des Aetzens Bläschen von Stickoxydgas, welche fleißig mittelst eines Pinsels oder einer Federfahne entfernt werden müssen, damit die Linien gleichmäßig einfressen; auch ätzen sie leicht mehr in die Breite als in die Tiefe. Von beiden Fehlern ist das nachstehende zum Gebrauch auf Kupfer bestimmte Aetzwasser frei: Man nimmt 10 Gewichtstheile rauchende Salzsäure (spezif. Gewicht 1,19), verdünnt sie mit 70 Gth. Wasser und setzt dazu eine siedende Auflösung von 2 Gth. chlorsaurem Kali in 20 Gth. Wasser. Um zarte Partien zu ätzen, kann man dieser Flüssigkeit noch 100 oder 200 Gth. Wasser beifügen. — Auch eine mit Kochsalz gesättigte Auflösung von Eisenchlorid soll sich sehr gut zum Aetzen in Kupfer eignen.

Zum Aetzen in Stahl gebraucht man außer der oben angegebenen Flüssigkeit noch manche andere. Sehr empfohlen wird z. B. eine Mischung aus 120 Gewichtstheilen Weingeist von 80 Prozent (statt dessen bei sehr dünn aufgetragenem Aetzgrund 48 Gth. solchen Weingeistes und 72 Gth. destillirten Wassers), 8 Gth. reine Salpetersäure vom sp. G. 1,22 und 1 Gth. krystall. salpetersauren Silbers in wenig Wasser gelöst. Hiermit verwandt ist folgendes, in Frankreich unter dem Namen Glyphogène erfundene Aetzmittel: Man bereitet drei Flüssigkeiten: a) Vorätzwasser durch Vermischung destillirten Wassers mit 5 Prozent chemisch reiner Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,22 und ein Zehntel seines Volumens Weingeist von 80 Prozent; b) Aetzwasser aus 60 Gth. destill. Wasser, 30 Gth. Weingeist, 12 Gth. der erwähnten Salpetersäure und 1 Gth. krystallisirtem salpetersauren Silberoxyd; c) Spülwasser aus 3 Raumtheilen destill. Wassers und 1 Rth. Weingeist. Die radirte und mit einem Wachsrande eingefaßte Stahlplatte wird zuerst mit Vorätzwasser übergossen, welches man einige Minuten darauf stehen läßt, bis sich die Striche gleichmäßig braun färben, dann mit Spülwasser abgespült und mittelst eines Blasebalges möglichst schnell getrocknet. Hiernach gießt man wieder Vorätzwasser auf, und ersetzt dasselbe — nachdem die Striche braun gefärbt erscheinen — durch Aetzwasser, welches 12 mm hoch stehen soll. Nach 4 bis 5 Minuten langer Einwirkung (während welcher man den sich erzeugenden feinen Schlamm nicht eher mittelst eines Haarpinsels beseitigt, als wenn er die ganze Fläche gleichförmig bedeckt) spült man die Platte mit gewöhnlichem Wasser reichlich ab und bearbeitet sie dabei mit dem Pinsel bis zu vollendeter Reinigung aller radirten Züge. Man gießt sodann von Neuem Spülwasser auf, trocknet wieder, bringt Vorätzwasser und ferner an dessen Stelle Aetzwasser darauf. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die gewünschte Tiefe der Aetzung erreicht ist. Platte und Aetzflüssigkeiten sollen die Temperatur von 18 bis 19° C. haben. — Eine Auflösung von 2 Th. Jod und 5 Th. Jodkalium in 40 Th. Wasser (zu zarten Aetzungen mit ferneren 40 Th. Wasser verdünnt) wird zum Aetzen in Stahl empfohlen, möchte aber für allgemeinere Anwendung zu theuer sein.

Wenn man einzelne Stellen einer geätzten Zeichnung noch tiefer ätzen will, so trägt man auf die dabei zu schonenden Theile — nach sorgfältigem Abspülen mit Wasser und Abtrocknen durch weiches Löschpapier — mittelst des Pinsels einen Deckgrund auf, und setzt das Aetzen fort. Der Deckgrund oder Deckfirniß kann am einfachsten durch Auflösen des gewöhnlichen Aetzgrundes in wenig Terpentinöl dargestellt werden. —

Galvanische Aetzung (Aetzen durch Galvanismus)[1]) ist eine wahrscheinlich ganz zu entbehrende Aetzmethode, deren vortheilhafter Erfolg bestritten wird.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 80, S. 140. — Berliner Verhandlungen, XX. (1841), S. 221.

Zuweilen beabsichtigt man, Verzierungen oder Aufschriften durch Aetzen dergestalt hervorzubringen, daß sie glänzend und etwas erhaben auf mattem Grunde erscheinen: insbesondere ist dieses Verfahren auf Stahl (bei feinen Messern, Scheren, Rasirmessern, Säbel- und Degenklingen) sehr im Gebrauch. Zur Verfertigung solcher Gegenstände (welche damaszirte Arbeit genannt werden) muß die Stahlfläche voraus fein polirt und durch Reiben mit Kalk und Branntwein von allem Fette befreit werden. Dann schreibt oder zeichnet man auf dieselbe mit einer dicken Auflösung des Aetzgrundes in Terpentinöl, und bedeckt gleicherweise alle übrigen Stellen, welche glänzend bleiben sollen. Setzt man sodann die Arbeit den Dämpfen von Salzsäure aus, bis die entblößt gebliebenen Theile des Stahles matt geworden sind, und wäscht endlich den Aetzgrund mit Terpentinöl ab, so ist der Zweck erreicht. Zur Entwickelung der salzsauren Dämpfe gießt man in einer irdenen Schale auf Kochsalz etwas konzentrirte Schwefelsäure und rührt um; die Stahlarbeiten werden in geringer Entfernung über die Schale gehalten.

Statt des Zeichnens mit aufgelöstem Aetzgrunde kann man sich für feinere Darstellungen (z. B. Landschaftsbilder, Theilstriche und Ziffern auf stählernen Maßstäben &c.) des lithographischen Ueberdruckes bedienen, indem man einen ganz frischen auf Papier gemachten Abdruck des Steins auf die Stahlfläche legt, anreibt oder anpreßt, nach Entfernung des Papiers Wasser aufbringt, die benetzte Fläche mit dünner Steindruckfarbe einwalzt (die nur an den fetten Zügen haftet), endlich ätzt.

Um auf Gegenständen von Messingblech eine feinkörnige Oberfläche (Grainirung) herzustellen, behandelt man dieselben mit Säuren, die mit Zinksalz fast gesättigt sind, beizt dann in einem Bad von 2 Schwefelsäure, 1 Salpetersäure und sehr wenig Kochsalz blank, trocknet in warmen Sägespänen und überzieht die Gegenstände mit einem durchsichtigen glanzlosen Goldfirniß.

X. Verzinnen (étamer, étamage, *tinning*).

Die Ueberziehung von Metallgegenständen mit Zinn hat entweder bloß Hervorbringung eines schöneren Ansehens zum Zwecke, oder es soll hierdurch das verzinnte Metall vor der Zerstörung durch Rost, vor der Einwirkung auflösender Mittel (Säuren &c.) geschützt werden. Sofern im letzteren Falle die Gegenstände beim Gebrauch mehr oder weniger der Abnutzung unterliegen, muß die Zinnbekleidung eine ziemliche Stärke haben, welche durch Auftragen des Zinnes im geschmolzenen Zustande erlangt werden kann. Waren hingegen, welche wenig Abreibung zu ertragen haben, bedürfen nur einer zarten Zinndecke, welche aus zinnhaltigen Flüssigkeiten darauf niedergeschlagen wird und den Vortheil gewährt, daß sie die Glätte der Oberflächen, sowie alle auf denselben befindlichen Verzierungen, die Schärfe aller Spitzen, Ecken, Kanten, einspringenden Winkel &c. durchaus nicht beeinträchtigt. — Es ist mit Rücksicht hierauf Verzinnung durch geschmolzenes Zinn (auf trockenem Wege) und Verzinnung auf nassem Wege (durch zinnhaltige wässerige Auflösungen) zu unterscheiden.

A) Verzinnung auf trockenem Wege (mittelst geschmolzenen Zinnes).

Wenn die blanke Oberfläche eines Metalles mit einem andern, geschmolzenen, Metalle bei gehörig hoher Temperatur in Berührung gebracht wird, so erfolgt in den meisten Fällen ein mehr oder weniger festes Anhängen des flüssigen Metalles an das feste. Hierauf beruhen, nebst dem Löthen, mehrere Verfahrungsarten, bei welchen der Zweck ist, ein Metall mit einem anderen, leichter schmelzbaren, zu überziehen, worunter das Verzinnen der ausgedehntesten Anwendung genießt. — Wesentliche Bedingung zum Gelingen einer Verzinnung ist es, daß das Metall, welches verzinnt werden soll, vollkommen blank, d. h. frei von Oxyd und Schmutz sei; außerdem muß das Metall einen angemessenen Hitzegrad besitzen und überhaupt von der Art sein, daß es eine Neigung hat, sich mit Zinn zu verbinden. Da das Verzinnen — wie schon angedeutet — auf demselben Grunde beruht, wie das Löthen mit Zinn, so wird,

wie dort, die Operation durch die Anwendung von Kolophonium, Salmiak oder Chlorzink wesentlich erleichtert (vergl. S. 392, 396).

Eine gute Verzinnung muß nicht zu dünn (aber auch nicht zu dick), sehr glatt, von rein zinnweißer Farbe und spiegelndem Glanze sein. Ein zu dicker Zinnüberzug erscheint nie ganz glatt und ist auch nicht dauerhaft, weil nur die dem verzinnten Metalle zunächst liegenden Theile des Zinnes von demselben festgehalten werden, die übrigen hingegen sehr leicht abschmelzen. Man sollte sich zum Verzinnen nur des ganz reinen Zinnes bedienen, welches einen schöneren und dauerhafteren Ueberzug liefert als bleihaltiges Zinn, wenn auch letzteres bei mäßigem Bleigehalte nicht in bemerkbarem Grade der Gesundheit nachtheilig ist. Indessen läßt sich mit bleihaltigem Zinn leichter verzinnen, und sowohl aus diesem Grunde als wegen der Wohlfeilheit ist die Anwendung desselben sehr häufig; man nimmt oft 3 Theile Blei auf 5 Theile Zinn, ja sogar gleiche Theile Zinn und Blei. Ein Zusatz von Wismuth zum bleihaltigen Zinn (wodurch man diesem mehr Weiße und Glanz zu geben sucht) ist verwerflich, weil dadurch die Verzinnung zu leichtflüssig wird, sodaß sie selbst durch die beim Kochen mancher Speisen angewendete Hitze abschmilzt. Dagegen wird durch einen Zusatz von Eisen das Zinn viel härter und dauerhafter: die Verzinnung mit dem Gemische ist für die Gesundheit vollkommen unschädlich; sie läßt sich wegen ihrer Schwerflüssigkeit in einer dickeren Schicht auftragen, ist aber nicht so leicht herzustellen, als die mit reinem Zinn. Um das eisenhaltige Zinn für diesen Zweck zu bereiten, kann man in einem hessischen Schmelztiegel, unter einer (die Luft abhaltenden) Decke von Borax und Glaspulver, 8 Theile Zinn mit 1 Theil blanker Eisenfeilspäne zusammenschmelzen. Auf gleiche Weise kann man Legirungen aus 16 Zinn, 1 Nickel; oder 89 Zinn, 6 Nickel, 5 Eisen; oder 160 Zinn, 10 Nickel, 7 Eisen darstellen, welche ebenfalls die schon erwähnten Vorzüge haben, aber theurer zu stehen kommen als das mit Eisen allein versetzte Zinn. — Wird dem zur Verzinnung bestimmten reinen Zinn ein Zusatz von 4 bis 5 Prozent Zink gegeben, so schützt es auf Eisen angebracht das letztere in der Witterung besser gegen Verrosten, als eine Verzinnung mit unvermischtem Zinn.

1) Verzinnen kupferner, messingener und schmiedeiserner Gefäße. — Die innere Oberfläche kupferner und messingener Kessel ꝛc. muß zuerst völlig blank gemacht werden, zu welchem Behufe man sie schabt oder mit verdünnter Schwefelsäure abbeizt, dann mit Sand und Wasser ausscheuert. Gespült und gehörig abgetrocknet, erhitzt man sie nun auf Kohlenfeuer, gibt Kolophonium (oder Salmiak) nebst geschmolzenem Zinn hinein und reibt letzteres mit einem Büschel Werg (Hede), welches an einen Stock gebunden ist oder in einer Zange gehalten wird, so gleichmäßig wie möglich aus einander, daß es die ganze Oberfläche bedeckt; der Ueberfluß wird ausgegossen. An Stellen, wohin man mit der Wergbürste nicht bequem gelangen kann, wird das Zinn mittelst eines Löthkolbens (S. 396) aufgetragen und ausgebreitet. — Geschmiedete eiserne Gefäße werden durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure und Scheuern mit Sand blank gemacht, erhitzt, endlich mit Zinn und Salmiak auf die angezeigte Weise behandelt.

Eine dünne aber sehr gleichförmige Verzinnung auf Gegenständen von Kupfer, Messing, Eisen, kann leicht und schnell mit fein granulirtem Zinn hervorgebracht werden. Man verwandelt nämlich das Zinn, indem man es geschmolzen in einer kreidebestrichenen verschlossenen hölzernen Büchse bis zum Erstarren heftig schüttelt, in feines sandartiges Pulver, von welchem alle groben Theile abgesiebt werden. Solches Zinnpulver wird mit Salmiakauflösung angemacht, mit dem Pinsel auf die blanke Metallfläche aufgestrichen, dann der Gegenstand bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt und endlich mit einem Büschel Werg abgewischt.

Das beim Löthen so wirksame salzsaure Zink (S. 392) kann auch beim Verzinnen die Stelle des Salmiaks auf das Vortheilhafteste vertreten; bei Anwendung desselben nimmt die vorgängige Reinigung der zu verzinnenden Oberflächen weniger Sorgfalt und Mühe in Anspruch, weil die Auflösung des Zinksalzes selbst in hohem Grade reinigend wirkt.

2) Verzinnen des Eisenbleches (Verfertigung des Weißbleches, fer-blanc, *tin-plate*). — Zum Verzinnen wählt man mit wenigen Ausnahmen kleine und dünne Sorten des Eisenbleches, welche eigens für diesen Zweck fabrizirt werden (S. 156). Diese Blechtafeln werden, um sie blank zu machen, zuerst in verdünnter Salzsäure einige Minuten abgebeizt (nettoyage, *cleansing*); in einem Flammofen, fourneau à

décaper, *scaling oven*, kurze Zeit geglüht (décapage, *scaling*) und nach dem Erkalten auf dem Ambosse mit einem hölzernen Hammer geschlagen, damit der Glühspan abspringt. Man läßt sie hierauf ein Mal kalt zwischen den gußeisernen Zylindern eines Blechwalzwerkes durchgehen, um sie ganz eben und glatt zu machen. Die Bleche sehen jetzt nicht mehr von Glühspan schwarz aus, sondern zeigen eine schon halb blanke, jedoch blau und gelb angelaufene Oberfläche. Der Rest von Oxyd, welcher sich noch darauf befindet, wird durch eine saure Flüssigkeit (Kleienbeize, lessive, *lies*, Wasser, worin Kleie 9 bis 10 Tage lang gegoren hat) weggeschafft, in welcher die Bleche 10 bis 12 Stunden verweilen, worauf man, um das Blankmachen zu vollenden, noch eine lauwarme, nur etwa eine Stunde dauernde Beize in verdünnter Schwefelsäure folgen läßt. Man scheuert nun die Platten mit Werg und feinem Sande in Wasser ab (écurer, *scouring)* und verwahrt sie, bis zum Verzinnen, in Gefäßen voll reinen Wassers, wo sie nicht rosten und zugleich vor jeder Verunreinigung gesichert sind.

Unmittelbar vor dem Verzinnen stellt man die abgetrockneten Bleche (bis 340 Stück auf ein Mal) eine Stunde lang in eine Pfanne mit geschmolzenem Talg, wodurch die Schönheit der Verzinnung befördert werden soll. Die Hauptgeräthschaften zum Verzinnen bestehen in fünf neben einander angebrachten, länglich viereckigen, gußeisernen Pfannen oder Kesseln: Nr. 1 enthält geschmolzenes und stark erhitztes Zinn (zuweilen mit einem kleinen Zusatze von Kupfer) unter einer Decke von Talg, wodurch die Luft abgehalten und die Oxydation des Zinnes verhindert wird; Nr. 2 ist mit geschmolzenem Zinn von größter Reinheit gefüllt, und wird *wash-pot*, chaudière à laver, genannt; Nr. 3 ist voll geschmolzenen und ziemlich stark erhitzten Talges (die Talgpfanne, *grease-pot)*; Nr. 4 ist leer und wird nicht geheizt *(empty-pot)*; Nr. 5 enthält 50 bis 70 mm hoch Talg, welches stark erhitzt ist (*list-pot*, chaudière à lisser). — Nachdem die Bleche aus dem Talge genommen sind, worein man sie zuerst gestellt hat (s. oben), bringt man sie in die Pfanne Nr. 1, wo sie 1½ bis 2 Stunden verweilen, damit das Zinn Zeit hat, sich mit der Oberfläche des Eisens zu verbinden. Ein gehöriger Hitzegrad des Zinnes ist von der größten Wichtigkeit: zu kalt hängt sich dasselbe gar nicht an das Eisen; zu heiß läuft es zu leicht davon ab und bildet zwar eine Verzinnung, aber eine solche, welche zu dünn ist. Herausgenommen werden die Tafeln zum Abtropfen auf einen eisernen Schragen gestellt und dann in die Pfanne Nr. 2 eingetaucht (*washing*, lavage). Von dem hier befindlichen reineren Zinne hängt sich etwas an den ersten, im Kessel Nr. 1 gebildeten Ueberzug, und überkleidet denselben, wodurch die Verzinnung das Ansehen erhält, als bestünde sie ganz aus reinem Zinn. Weil aber nicht zu vermeiden ist, daß zugleich ein Theil des ersten Ueberzuges abschmilzt, wodurch das Zinn im Kessel Nr. 2 verunreinigt wird, so muß man von Zeit zu Zeit das Zinn aus Nr. 2 in Nr. 1 überfüllen und es durch frisches reines Zinn ersetzen. Jedes aus dem Kessel Nr. 2 genommene Blech wird auf beiden Seiten (indem man es in einer Zange hält) mit Werg überfahren, um das Zinn gleichmäßig auszubreiten; noch einmal in den Kessel Nr. 2 getaucht, damit die von dem Abwischen entstandenen Streifen vergehen; sodann aber in die Talgpfanne Nr. 3 gestellt, worin immer nur wenige Platten zugleich sich befinden, welche in keine Berührung mit einander kommen dürfen. Die Hitze des Talges bewirkt (wie nothwendig, mit Ausschluß der Luft) ein Flüssigwerden und eine gleichmäßige Ausbreitung der Zinndecke, wodurch diese den vollkommenen spiegelartigen Glanz erhält, indem zugleich der Ueberfluß der Verzinnung abschmilzt. Von sehr großem Einflusse auf den Erfolg ist der Hitzegrad des Talges und die Dauer seiner Einwirkung. Aus der Talgpfanne kommen die Bleche in den leeren Kessel Nr. 4, wo man sie auf einen eisernen Schragen zum Abtropfen des Talges und zum Abkühlen hinstellt. Durch das Ablaufen des überflüssigen Zinnes bildet sich hier an dem untern horizontalen Rande einer jeden Tafel ein dicker Zinnwulst (Tropfkante); um diesen zu entfernen, taucht man endlich die Bleche — gerade nur so weit wie jener Wulst reicht — in das heiße Talg der Pfanne Nr. 5, und bewirkt durch Anklopfen mit einem Stäbchen das Abfallen des flüssig gewordenen Wulstes, von welchem nur ein schmaler, nicht glänzender Streifen (Saum, lisière, *list)* als Spur zurückbleibt.

Die fertigen Bleche werden durch Abreiben mit Kleie von dem noch anhängenden Talg befreit, dann sortirt und verpackt.

Um die Bleche in größerer Zahl auf ein Mal in die Zinn- und Talgpfanne zu tauchen und wieder auszuheben, werden zum Theil mechanische Apparate angewendet [1]). Auch hat man wohl im Zinnkessel ein Paar Walzen gelagert, zwischen welchen die Bleche bei ihrem Austritte durchgeführt werden, damit der Zinnüberzug sich abgleicht [2]).

Das vorstehende Verfahren beim Verzinnen des Bleches ist das in England gebräuchliche, welches — wenngleich ziemlich weitläufig — die ausgezeichnete Schönheit des englischen Weißbleches begründet. Anderwärts wendet man oft weniger Sorgfalt und gewöhnlich minder reines Zinn an. Es wird behauptet, das mit bleihaltigem Zinn verfertigte, daher matte und grauweiße Weißblech roste in der Witterung, z. B auf Dächern, weniger leicht als das mit reinem Zinn bekleidete, glänzend-hellweiße. Die noch hin und wieder in Deutschland übliche ältere Methode ist kurz folgende: Die Bleche werden durch Beizen in Sauerwasser (Roggenschrot mit Sauerteig und Wasser in Gärung gesetzt) und durch Scheuern mit Sand blank gemacht. Zum Verzinnen dient eine eiserne Pfanne von 450 mm Länge, 350 mm Breite und 450 mm Tiefe, welche in einem Ofen eingemauert und mit geschmolzenem Zinn gefüllt ist. Zur Vermeidung der Oxydation wird das Zinn mit Talg bedeckt; es muß übrigens so heiß sein, daß hineingetauchtes Papier sich schnell verkohlt. Ein Satz (200 Stück) Blechtafeln wird auf die Kante in die Pfanne gestellt, in Abtheilungen von 20 oder 25 Stück (ein Pöstel) wieder herausgenommen und in Wasser abgekühlt. Diese erste Verzinnung wird das Einbrennen genannt. Durch eine senkrecht in die Pfanne gesetzte Platte wird nun der innere Raum derselben in zwei ungleich große Abtheilungen geschieden. In den größern Raum bringt man einen Satz der eingebrannten Bleche, die man einzeln wieder herauszieht und zum Ablaufen des überflüssigen Zinnes auf eiserne Röste oder Schragen stellt. Dieses zweite Eintauchen führt den Namen des Abbrennens oder Einschlagens. Zum dritten Male werden die Blechtafeln einzeln in die kleinere Abtheilung der Pfanne eingetaucht (das Durchführen) und wieder zum Abtropfen aufgestellt. Man reinigt sie hierauf von Talg durch Abreiben mit Sägespänen. Die Tropfkante (S. 436) wird dadurch beseitigt, daß man diesen Rand der Tafeln in eine geringe Menge geschmolzenen Zinnes (in einer eigenen Abtropfpfanne) eintaucht und dann mit Werg oder Moos abwischt. Das Putzen der Bleche geschieht mit Kreide oder Kleie. —

Statt des theuren Talges, womit das geschmolzene Zinn in der Pfanne gewöhnlich bedeckt wird, kann man vortheilhaft Chlorzink mit etwa 10 Prozent Kochsalz und 4 bis 5 Prozent Zinnsalz versetzt anwenden. Die aus der Zinnpfanne gezogenen und erkalteten Bleche werden dann durch schwach angesäuertes Wasser oder eine schwache Zinnauflösung genommen, abgespült, mit Sägespänen bedeckt und in einen erwärmten Trockenraum gebracht.

Von Weißblech-Abschnitzeln kann das Zinn mittelst auf 93° C. erhitzter starker Schwefelsäure (1,65 bis 1,85 sp. G.) in einem gußeisernen oder bleiernen Gefäße aufgelöst werden, und das Eisen bleibt zurück; aus der Auflösung ist das Zinn durch bekannte chemische Mittel wieder zu gewinnen. —

Metallmoor, moiré métallique. — Das Weißblech, insbesondere das mit reinem Zinn verzinnte, zeigt eine sehr auffallende Erscheinung, welche nebst ihrem wissenschaftlichen Interesse auch eine Zeit lang nach ihrer Entdeckung (1814, durch Allard in Paris) große praktische Wichtigkeit besaß, weil man sie häufig zur Verzierung der Waren aus Weißblech benutzte, was jetzt wenig mehr gebräuchlich ist. Beim Erstarren auf dem Bleche krystallisirt der Zinn-Ueberzug, aber — weil die Abkühlung nicht rasch geschieht — in Krystallen von ziemlich bedeutendem Umfange. Sind die Weißblech-Tafeln längere Zeit der Luft und den darin befindlichen Ausdünstungen ausgesetzt, so zeigen sich oft große, wolkenartige und ziemlich deutliche Flecken, welche weit sichtbarer zum Vorscheine kommen, wenn man die durch Abreiben mit Kreide von Fett gereinigte Zinnfläche mit verdünnter Salzsäure (allenfalls unter Zusatz einer kleinen Menge Salpetersäure) bestreicht. Diese

---

1) Polyt. Centr. 1860, S. 673; 1862, S. 172. — Polyt. Journ., Bd. 157, S. 124; Bd. 163, S. 414.

2) Génie ind., T. 28, p. 257. — Jobard, Bulletin, T. 46, p. 1. — Polyt. Journ., Bd. 175, S. 146. — Polyt. Centr. 1865, S. 229. — Deutsche Gewerbezeitung 1865, S. 118.



Flecken, welche durch ungleiche Einwirkung der sauren Beize auf die verschiedenen Krystalle entstehen, unterscheiden sich von einander durch hellere und dunklere Farbe — je nach der Zurückwerfung der Lichtstrahlen — und schillern mit perlmutterartigem Glanze, bieten übrigens wenig Abwechslung dar. Durch ein eigenes Verfahren ist man im Stande, an der Stelle dieser großen einförmigen Flecken kleinere mit den mannigfaltigsten Abwechslungen hervorzubringen. Zu diesem Zwecke muß die Verzinnung des Bleches auf verschiedene Art ganz oder theilweise zum Schmelzen gebracht, und dann nach verschiedenen Methoden abgekühlt werden. Dabei gilt als Grundsatz: daß die schillernden Flecken desto kleiner ausfallen, je plötzlicher die Abkühlung des geschmolzenen Zinnes bewerkstelligt wird, weil, wie in ähnlichen Fällen, die Bildung großer Krystalle nur bei langsamer Krystallisation Statt findet. — Bringt man auf der Fläche einer Blechtafel einen kreisförmig begrenzten Theil der Verzinnung zum Schmelzen (durch Erhitzung über der Spitze einer ruhigen Lichtflamme oder durch Berührung mit einem heißen Löthkolben), so erscheint nach dem Erkalten und nach dem Beizen mit Säure der runde Fleck als ein ziemlich regelmäßiger Stern. Bringt man durch den Löthkolben oder die Lichtflamme das Zinn in Streifenform zum Schmelzen, so erhält man eine garben- oder ährenförmig aus Strahlen zusammengesetzte Zeichnung. Man kann auf solche Weise Kränze, Buchstaben u. dgl. hervorbringen. Wird eine Blechtafel über Kohlenfeuer dergestalt erhitzt, daß die ganze Verzinnung schmilzt, dann aber durch Eintauchen in Wasser abgekühlt, so zeigt sie sich nach der Beize ganz mit einem feinen, fast granitähnlichen Korne bedeckt. Bewirkt man aber die Abkühlung durch Aufsprengen oder Aufgießen von Wasser, so entstehen stromartige Figuren, welche genau die Art nachweisen, wie das herabfließende Wasser die Verzinnung zum Erstarren gebracht hat. Diese wenigen Beispiele geben einen Begriff von der Möglichkeit, sehr willkürliche mehr oder weniger sogar regelmäßige Figuren zu erzeugen, welche durch Bemalen und Firnissen des Bleches an Ansehen noch gewinnen. Die mit Säure gebeizten Bleche müssen mit reinem Wasser gespült, mit etwas Ätzkalilauge (um gebildetes Zinnoxyd wegzunehmen) nachgewaschen und endlich wieder in Wasser abgespült werden. — Da der Metallmoor auf der Krystallisation des Zinnes beruht, so zeigt ihn auch gegossenes Zinn, insofern dessen Oberfläche noch nicht durch Abdrehen, Schaben oder Poliren verändert ist. Gießt man geschmolzenes Zinn auf eine Platte aus, so erhält es schillernde Flecken selbst ohne Beize, bloß durch öfters wiederholtes Hin- und Herbiegen. Auch die Zinnfolie, doch nur die spiegelglänzende Sorte, deren (S. 175) gedacht ist, erhält durch Beizen eine Moirirung. Endlich ist eine dem Metallmoor analoge Erscheinung auch bei anderen Metallen beobachtet worden, ohne jedoch eine technische Benutzung zu finden.

3) Verzinnen kleiner eiserner, messingener und kupferner Gegenstände. — Kleine Eisenarbeiten, welche verzinnt werden sollen, als: Nägel, Stifte, Fischangeln, Schnallen, Ringe, Kleiderhafte (Haken und Oesen rc.) beizt man durch verdünnte Schwefelsäure (100^{kg} Wasser, 3^{kg} Vitriolöl) ab, in welcher man sie mehrere Stunden oder überhaupt so lange liegen läßt, bis sie völlig blank und rein sind. Dann werden sie in Wasser abgespült und mit Holzsägespänen abgetrocknet, indem man sie in einem Sacke mit den Sägespänen schüttelt und letztere durch ein Sieb davon wieder trennt. Etwas größere Stücke behandelt man auf dieselbe Weise, nur daß man sie mit der Hand in den Sägespänen abtrocknet. Das Verfahren beim Verzinnen ist einigermaßen verschieden. Hat man mit ganz kleinen Gegenständen zu thun, welche in großer Zahl auf ein Mal verzinnt werden müssen, so schmelzt man in einer flachen eisernen Pfanne so viel Zinn, daß es 25 bis 50^{mm} hoch steht, und gibt darauf 10 bis 12^{mm} hoch Talg. Man läßt die Ware langsam durch das Talg in das gehörig erhitzte Zinn fallen, rührt um und nimmt sie wieder heraus.

Bei dieser letzteren Arbeit ist ein Kunstgriff nöthig, damit die Stücke nicht während des Erkaltens durch das Zinn zusammenkleben, gleichsam sich an einander festlöthen. In dem Zeitpunkte, wo man glaubt, daß die Verzinnung erfolgt sei, holt man mit einer eisernen, mehrzackigen Gabel so viel Stücke heraus, als darauf liegen bleiben, bringt die Gabel über ein Gefäß mit Wasser, und führt gegen den Stiel derselben einen raschen Schlag, durch welchen die verzinnten Stücke zerstreut in das Wasser geschleudert werden. Das noch anhängende Talg beseitigt man durch Schütteln mit Kleie oder Sägespänen in einem Sacke.

Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man die abgebeizten und getrockneten Gegenstände in einer eisernen Trommel, welche über Kohlenfeuer umgedreht wird, bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, dann Zinn und Salmiak hinzu gibt und die wieder verschlossene Trommel um ihre Achse dreht, bis die Verzinnung geschehen ist. — Mit geringen Mengen kleiner Gegenstände kann das Verzinnen auf folgende Weise vorgenommen werden: Man bringt dieselben, nebst gekörntem oder sonst zerkleinertem Zinn und etwas Salmiak in einen weiten steingutenen Krug mit engem Halse; erhitzt dieses Gefäß, auf der Seite liegend, über Kohlenfeuer; dreht und schüttelt es dabei fleißig; schüttet nach vollendeter Verzinnung den ganzen Inhalt in Wasser und trocknet die Ware mit Sägespänen ab.

Sind es Arbeitstücke von einiger Größe, welche man zu verzinnen hat, so taucht man sie entweder einzeln oder büschelweise an einem Drahte hängend in das Zinn. Letzteres wird in einer eisernen Pfanne geschmolzen und, nachdem man etwas Talg auf die Oberfläche gegeben hat, stark erhitzt. Ist das Talg schwarz geworden und läuft beim Wegschieben desselben das entblößte Zinn röthlichblau an, so streut man auf die gereinigte Zinnfläche etwas gepulverten Salmiak, der ziemlich stark dampfen muß, wenn die Hitze groß genug ist. Man schreitet nun zum Eintauchen der Gegenstände, welche man, nachdem sie das Zinn gehörig angenommen haben, durch Abschütteln von dem Ueberflusse desselben befreit und in Wasser wirft.

Kleine messingene und kupferne Waren behandelt man wie eiserne. — Von verzinnten kupfernen Gegenständen kann das Zinn schnell und rein dadurch abgenommen werden, daß man sie in Kupfervitriolauflösung kocht.

4) Verzinnen der Eisendrahtgewebe (Drahtsiebe). — Verzinnung ist vorzugsweise ausführbar auf solchen Eisendrahtsieben, welche aus blankem (ungeglühtem oder nach dem Glühen wieder abgebeiztem und gescheuertem) Drahte gewebt sind, weil der Glühspan auf schwarzem Drahte nicht leicht vollkommen weggeschafft werden könnte. Die in der zum Gebrauch nöthigen Größe zugeschnittenen Drahtgewebe werden ungefähr 1 Minute lang in einer Mischung aus 1 Maßtheil rauchender Salzsäure und 3 Mth. Wasser abgebeizt, in reinem Wasser abgespült, auf beiden Seiten mit einem Schwamme oder Lappen gerieben, durch Schütteln von überflüssigem Wasser befreit, sogleich auf beiden Seiten mit gestoßenem weißen Pech (welches man darauf siebt) bestreut und auf einem eisernen Rahmen von folgender Einrichtung ausgespannt. Derselbe muß gerostet sein, damit er kein Zinn annimmt, hat auf der einen Fläche ringsum eiserne Spitzen zum Aufstechen des Drahtgewebes, auf der andern Fläche aber ein eisernes Kreuz, dessen zwei Stäbe etwas bogig geformt sind, sodaß sie von der Rahmenfläche abstehen. Das zur Verzinnung dienende Zinn ist indessen in einer eisernen Pfanne geschmolzen und stark erhitzt worden (jedoch nicht so stark, daß das verzinnte Sieb beim Herausziehen gelb anläuft, wovon man sich durch kleine Probestücke überzeugt). Man schiebt das Oxyd mittelst eines Streichbleches zur Seite, um eine blanke Zinnfläche zu entblößen, und senkt im selben Augenblicke mit der andern Hand den vorhin erwähnten Rahmen (den man an seinem Stiele hält) sammt dem Drahtgewebe in das Zinn. Nach 1 Minute Verweilens zieht man den Rahmen wieder heraus (indem man abermals das Oxyd bei Seite schiebt) und schlägt mit dem Kreuz desselben zwei oder drei Mal rasch gegen ein Bret, um das überflüssige Zinn abzuschütteln. Schließlich läßt man das verzinnte Sieb zwischen den zwei gußeisernen Zylindern eines Walzwerkes durchgehen, welche einander so nahe gestellt sind, daß sie eine Glättung bewirken, ohne die Drähte an ihren Kreuzungsstellen zu beschädigen.

5) Verzinnen des Gußeisens. — Die Verzinnung ist auf Gußeisen schwieriger hervorzubringen und weniger haltbar als auf Schmiedeisen. Weißes Gußeisen nimmt das Zinn leichter an, als graues. Gußeiserne Gefäße, welche verzinnt werden sollen, müssen durch Ausdrehen auf der Drehbank oder Schleifen mit Sandstein ganz blank gemacht werden, worauf man sie noch mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure abbeizt, in Wasser spült und wieder abtrocknet. Nun werden sie erhitzt; man gibt die erforderliche Menge geschmolzenen Zinnes nebst gepulvertem Salmiak hinein und reibt beide mit einem Büschel Werg, Baumwolle, oder einem Stücke Kork, welches in einer Zange gehalten wird, über die ganze Eisenfläche aus einander.

Endlich wird der Ueberfluß des Zinnes ausgegossen und das Gefäß, die Oeffnung nach unten gekehrt, unter Wasser getaucht.

Durch diese Methode des Abkühlens wird die Verzinnung verhindert, theilweise wieder abzulaufen, ohne daß jedoch das Wasser mit dem Zinne in Berührung kommt, weil die Luft im Gefäße dem Eindringen des Wassers sich entgegensetzt. Würde der noch frische und flüssige Zinnüberzug vom Wasser getroffen, so ginge das glatte Ansehen desselben verloren und es könnte sogar stellenweise das Eisen ganz von Zinn entblößt werden. Aus diesem Grunde ist die Abkühlung in Wasser nicht anwendbar in dem (freilich seltenen) Falle, wo Gefäße auch äußerlich verzinnt werden müssen. Hierzu kann man sich eines Apparates bedienen, in welchem die Verzinnung durch einen starken Luftstrom schnell abgekühlt und zum Erstarren gebracht wird[1]). Auf der Innenseite werden die Gefäße nach der angegebenen Weise verzinnt; um sie auch außen zu verzinnen, überreibt man sie hier mit Salmiak, taucht sie dann in geschmolzenes heißes Zinn und wendet sie darin herum. Aus dem Zinne kommen sie sogleich in den Abkühlungs-Apparat, wo der Luftstrom durch Oeffnung eines Hahnes losgelassen wird. — Das gute Gelingen der Verzinnung ist wesentlich von dem richtigen Hitzegrad abhängig. Macht man die Gefäße zu heiß, so laufen sie gelb oder blau an, und das Zinn haftet nicht; gibt man zu geringe Hitze, so vertheilt sich das Zinn nicht gleichmäßig. Das Anreiben des Zinnes mittelst Salmiak muß sehr schnell geschehen und darf an den bereits gut verzinnten Stellen nicht wiederholt werden, weil sich leicht das noch flüssige Zinn wieder wegwischt.

Das kostspielige Ausdrehen oder Ausschleifen der Gefäße ist zu ersparen, wenn man die Oberfläche entkohlt und darauf nur mit verdünnter Salzsäure beizt, endlich mit Sand scheuert. Die Entkohlung (nach welcher das Gußeisen viel mehr Neigung zeigt, das Zinn anzunehmen) wird bewirkt, indem man Eisenhammerschlag, Braunstein, Zinkoxyd (einzeln oder gemengt) mit Wasser zu Brei gemacht aufträgt, die so vorgerichteten Geschirre in dicht zu verschließende thönerne Kapseln setzt, 4 bis 6 Stunden lang im Flammofen stark rothglüht und nach völligem Erkalten herausnimmt.

Gußeisenwaren, welche nicht hohl sind, werden mit verdünnter Schwefelsäure (1 Theil Vitriolöl, 4 Theile Wasser) blank gebeizt, in reinem Wasser abgespült, dann in eine Salmiakauflösung (1 Theil Salmiak, 16 Theile Wasser) gelegt, und endlich in das stark erhitzte Zinn getaucht. Die Verzinnung gelingt viel leichter, wenn die Gegenstände voraus, wenigstens oberflächlich, adoucirt sind (S. 98).

6) Verzinnung des Zinkes. — Zinkbleche werden durch Verzinnung zu allen Zwecken tauglicher und dauerhafter, weil sie den Einflüssen der Luft u. s. w. weit besser widerstehen. Doch ist, wie bei verzinntem Eisen und aus gleichem Grunde (S. 443), erforderlich, daß der Zinnüberzug die Oberfläche gänzlich bedecke. Die Platten werden vorläufig in verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure (16 Maß Wasser auf 1 Maß Säure) einige Minuten lang abgebeizt, mit Sand und Werg gescheuert, in Wasser gespült, endlich abgetrocknet. Beim Verzinnen selbst kann man auf zweierlei Weise verfahren. Nach der ersten Art werden die Bleche in geschmolzenes Talg, welches nicht ganz die Temperatur von schmelzendem Zinn besitzt, und hierauf in das Zinn getaucht. Letzteres befindet sich in einem eisernen Troge und ist 70 mm hoch mit Talg bedeckt. Man zieht das Blech sehr bald wieder heraus (um der Gefahr des Schmelzens vorzubeugen); steckt es zum zweiten Male eine Minute lang in heißes Talg, dessen Temperatur beinahe jene des schmelzenden Zinnes erreicht; und reibt es endlich nach dem Erkalten mit Werg und Kleie ab. — Nach der zweiten Methode legt man die ein Mal in Talg getauchte Platte auf einen eisernen Tisch, der von unten durch Kohlenfeuer heiß gehalten wird und ringsum eine Rinne zur Ableitung des überflüssigen Zinnes und Fettes besitzt, welche beide auf diesem Wege wieder in den Kessel zurückgelangen. Letzterer ist von Gußeisen und enthält geschmolzenes Zinn unter einer Decke von Talg. Man schöpft zuerst mit einem Löffel etwas Talg aus dem Kessel und übergießt damit die Platte, um sie gehörig zu erhitzen; dann wird gepulvertes Kolophonium daraufgestreut, aus dem Kessel Talg und Zinn zugleich aufgegossen und letzteres mit einem Wergbüschel ausgebreitet. Ist die Verzinnung der einen Seite beendigt, so kehrt man die Platte um und behandelt die

[1]) Polyt. Journ., Bd. 8, S. 42.

zweite Seite auf gleiche Weise. Zuletzt wird, um den Zinnüberzug beider Flächen zu glätten, die Platte mittelst zweier Zangen zwischen zwei Bürsten von Werg durchgezogen, von welchen die untere auf einem Brete befestigt ist, die obere hingegen von einem Arbeiter niedergedrückt wird. Die fertigen und noch warmen Platten werden durch Abreiben mit Kleie von Fett befreit.

7) Verzinnen des Bleies. — Platten u. dgl. aus Blei werden verzinnt, indem man sie zum Schmelzpunkte des Zinnes erwärmt, dann zerstoßenes Kolophonium daraufstreut, geschmolzenes Zinn aufgießt und letztere beide mittelst Werg ausbreitet und einreibt. Das überflüssige Zinn wird zuletzt abgewischt. — Auf gleichem Verfahren beruht das Verzinnen bleierner Röhren, von welchem schon (S. 223) die Rede war. Solche Röhren können übrigens auch verzinnt werden, indem man sie erhitzt, mit Kolophonium bestreut, durch Einblasen auch innerhalb mit Kolophonium versieht und endlich durch geschmolzenes Zinn zieht, welches sich in einem länglichen Kessel, mit Talg bedeckt, befindet.

B) Verzinnung auf nassem Wege.

Mittelst derselben wird auf kupfernen und messingenen Waren (besonders Stecknadeln, Ringen, Kettchen, Uhrschlüsseln, Deckeln und Beschlägen von Tabakpfeifen, Drahtsieben u. s. w.) eine Versilberung nachgeahmt. Die gewöhnlichste Verfahrungsart ist das sogenannte Weißsieden (blanchir, *blanching*) und besteht in Folgendem: Die Gegenstände, welche man weißsieden will, werden mit Weinstein-Auflösung oder verdünnter Schwefelsäure blankgebeizt; dann bringt man sie nebst so viel Wasser, daß sie davon reichlich bedeckt werden, in einen messingenen oder verzinnten kupfernen Kessel, setzt auf 80 Theile Wasser 1 Theil raffinirten Weinstein und 3 Theile feingekörntes Zinn zu und läßt das Ganze 1½ bis 2 Stunden, überhaupt so lange kochen, bis die Ware schön weiß erscheint. Zum Herausnehmen derselben, sowie zum Umrühren während des Kochens bedient man sich eines messingenen Seihelöffels, dessen Löcher groß genug sind, um die Zinnkörner durchzulassen. Man wirft die weißgesottenen Gegenstände in reines Wasser, spült sie darin gut ab und trocknet sie durch Schütteln mit Sägespänen in einem Sacke, wonach man die Sägespäne mittelst eines Siebes wieder beseitigt.

Um das gekörnte Zinn, den sogenannten Weißsud oder Zinnsud, zu bereiten, wird reines Zinn geschmolzen, in eine zylindrische hölzerne, inwendig (um das Anhängen des Zinnes zu vermeiden) ganz mit Kreide ausgestrichene Büchse gegossen und sammt dieser (die man mit einem Deckel versieht) so lange stark geschüttelt, bis es fest geworden ist. Die fortwährende Bewegung verhindert das Zinn, sich in einen Klumpen zu vereinigen; vielmehr verwandelt sich dasselbe in eine fast staubartige Masse sehr kleiner Körner, welche man durch ein feines Sieb von den wenigen gröberen Theilen befreit, mit Wasser mehrmals auswäscht, zuletzt auskocht und in einem verschlossenen Gefäße von Steingut, Porzellan oder Glas zum Gebrauche aufbewahrt. Auf eine weniger mühsame Weise zertheilt man das Zinn durch Eingießen in einem dünnen Strahle in Wasser; da es aber bei diesem Verfahren nicht so kleine Theile bildet und im Verhältniß zu seinem Gewichte eine minder große Gesammtoberfläche darbietet, so muß man das Doppelte der oben vorgeschriebenen Menge anwenden. — Beim Kochen des Zinnes mit Wasser und Weinstein macht die Säure des letzteren eine gewisse Menge Zinn im Wasser auflöslich; und das solcher Gestalt aufgelöste Zinn schlägt sich aus der Flüssigkeit auf die Oberfläche der messingenen Gegenstände eben so nieder, wie z. B. ein blankes Eisenstück, in Kupfervitriol-Auflösung getaucht, sich mit einer Kupferhaut bekleidet.

Eine etwas kostspieligere aber durch schnelle Wirkung ausgezeichnete Methode ist die, daß man Zinnasche durch Kochen in Aetzkalilauge auflöst, geraspeltes Zinn nebst den weißzusiedenden kupfernen oder messingenen Gegenständen in die Auflösung legt und noch einige Minuten lang das Kochen fortsetzt.

Für die Ausübung im Großen kann man das Verfahren des Weißsiedens dahin abändern, daß man die messingenen Waren mit gekörntem Zinn, Weinstein, Zinnsalz und heißem Wasser in eine Tonne füllt, die gänzlich geschlossen und die erforderliche Zeit lang ununterbrochen langsam um ihre Achse gedreht wird. — Eiserne oder stählerne Gegenstände (als: Stecknadeln, Stifte, Holzschrauben ꝛc.) bedürfen, damit das Zinn auf ihnen

hafte, einer vorausgehenden Verkupferung. Man beginnt mit Reinigung der Ware, inde man 12 bis 15 kg derselben in eine um ihre Achse in horizontaler Lage drehbare Ton gibt, welche etwa 100 kg Wasser fassen könnte, aber nur mit 15 kg heißen Wassers b schickt wird, worin man 125 g Seife aufgelöst hat. Nachdem die Tonne verschlossen i dreht man sie eine Viertelstunde lang; dann wird die Ware herausgeschafft und in ein andern Tonne mit trockenen Holzsägespänen durch etwa 10 Minuten dauerndes Umdrehe abgetrocknet. Die Verkupferungs-Flüssigkeit wird bereitet, indem man 19 kg Fluß- ode Regenwasser, 900 g Schwefelsäure, 40 g Zinnsalz, 50 g Zinkvitriol und 18 g Kupfervitri vermischt. Das Ganze wird nebst 17 kg Nadeln rc. in eine Tonne gegeben, die man ein halbe Stunde lang drehen läßt. Nach Verlauf dieser Zeit setzt man ferner 40 g Kupfer vitriol und 25 g Zinkvitriol zu, und fährt mit dem Drehen noch eine Viertelstunde for Die eisernen Gegenstände erscheinen hiernach nicht nur vollständig mit Kupfer überzogen sondern zugleich polirt; sie werden nun zwei Mal mit reinem Wasser gewaschen, ei Mal mit heißem Seifenwasser behandelt, in Sägespänen abgetrocknet und auf oben be schriebene Weise verzinnt (weißgesotten). —

Größere Gegenstände aus Guß- oder Schmiedeisen, Kupfer, Messing rc. können nac folgenden Methoden verzinnt werden: a) Man bereitet Zinnchlorid, indem man Chlorgas durch eine Zinnsalzauflösung leitet; verdünnt diese Flüssigkeit stark mit destillirtem Wasse und bringt sie in ein hölzernes Gefäß; legt das zu verzinnende Stück hinein und hängt zugleich in die Flüssigkeit ein kleines Stück Zink freischwebend ein, sodaß es den Gegen stand nicht berührt. Das Zink muß man von Zeit zu Zeit abspülen, ebenso das ver zinnte Arbeitstück, welches an Stellen, wo es etwa das Zinn nicht annimmt, nachträglich abzuputzen ist. Sind Gefäße nur auf der Innenseite zu verzinnen, so füllt man diese selbst mit der Zinnauflösung gänzlich an, und hängt das Zink hinein. — b) Eine Auf lösung von 15 Th. Weinstein in 3200 Th. Wasser wird durch 2 Th. Schlämmkreide neutralisirt und mit der Lösung von 7 Th. Zinnsalz in 320 Th. Wasser vermischt, wor auf man einige Minuten kochen läßt. Das Gemisch wird sodann in einem Holzgefäße mittelst hineingeleiteten Wasserdampfes auf 70° C. erhitzt und die mit verdünnter Schwe felsäure abgebeizte Ware nebst etwa 64 Th. Zink in Stücken hineingebracht; nach 8 Stun den ist gewöhnlich die Verzinnung stark genug. — c) 4 Th. Zinnsalz (Zinnchlorür), 1 Th. Salmiak, 4 Th. Kochsalz zusammen in einer Mischung aus 8 Th. Salpetersäure und 16 Th. Salzsäure aufgelöst, die Lösung nach Bedarf mit Wasser verdünnt, die zu verzinnenden (rein gebeizten und gescheuerten) Gegenstände eingetaucht und so lange als nöthig in der Flüssigkeit gelassen. Die Wirkung wird beschleunigt, wenn man die Stücke innerhalb des Bades mit einem Zinkdrahte in Berührung setzt.

Verzinnte gußeiserne Gefäße (wegen ihres schönen silberartigen Ansehens fonte ar gentine genannt) stellt Boucher in Paris dar, indem er den Guß mit verdünnter Schwe felsäure abbeizt, mit Heu oder dergl. naß abreibt und spült, auf einer Drehbank mit 1200 Spindelumläufen pr. Minute mittelst eines an einem Scharnierhebel befestigten Stückes Sandstein unter einem stetigen Wasserstrahle abschleift, verzinnt, endlich mit einer messin genen Kratzbürste glättet. Die Verzinnungsflüssigkeit ist eine Auflösung von Zinnsalz in Kalilauge, mit pyrophosphorsaurem Natron und sehr viel Wasser versetzt. Um sie zu gebrauchen, bringt man nebst den gußeisernen Gegenständen einige Zinkstücke hinein.

Zinksachen auf nassem Wege dünn zu verzinnen, gelingt sehr gut auf folgende Weise: Man erhitzt ein Gemisch von 2 Theilen gereinigtem Weinstein, 1 Th. Zinnchlorid (nicht gewöhnlichem Zinnsalz, welches Zinnchlorür ist) und 4 bis 5 Th. Wasser auf ungefähr 75° C., vermengt nach erfolgter Auflösung des Weinsteines die Flüssigkeit mit so viel feinem Sande, daß sie einen flüssigen Brei bildet, und reibt hiermit mittelst eines Schwam mes (an vertieften Stellen mittelst einer Bürste) das vorläufig blank gemachte Zink. — Auf galvanischem Wege läßt sich eine Verzinnung von Zink, Gußeisen rc. herstellen, wenn man sich dazu einer Batterie (wie bei der galvanischen Verkupferung, S. 462) und einer mit Aetzkali im Ueberschuß versetzten wässerigen Auflösung des Zinnchlorides bedient.

XI. Verzinken (étamage au zinc, zinquer, zincage, *zinking*).

Da das Zink der Oxydation und dem Einflusse auflösender Mittel wenig wider steht, überdies keine eigentlich schöne Farbe besitzt, so hat das Verzinken von Metall waren — etwa als Surrogat des Verzinnens — im Allgemeinen geringen technischen Werth. Auf Eisen angewendet, wird es aber als Schutzmittel gegen den Rost nützlich und bei groben der Witterung oder dem Wasser ausgesetzten Gegenständen sogar sehr

wichtig, nicht nur, weil das Zink wohlfeiler ist als das Zinn, sondern auch durch das eigenthümliche elektrische Verhalten des Zinkes gegen Eisen, vermöge dessen ersteres die Rostbildung auf letzterem selbst dann noch verhindert, wenn Theile der Eisenoberfläche entblößt sind.

Verzinntes Eisen ist vor dem Rosten nur insofern geschützt, als es von dem Zinn bedeckt wird; und alle Stellen, wo das Zinn entweder schon ursprünglich fehlt, oder bei nachheriger Bearbeitung (wie an Schnittkanten, in durchgeschlagenen Löchern rc.) weggenommen wurde, oder in Folge der Abnutzung verschwunden ist, rosten nicht nur ungestört, sondern sogar noch schneller als gänzlich unverzinntes Eisen, weil bei der Berührung von Eisen mit Zinn beide Metalle zusammen eine galvanische Kette bilden, worin das erstere positiv, das letztere negativ elektrisch ist, demnach bei Einwirkung der Feuchtigkeit das Wasser zerlegt wird, dessen Sauerstoff bekanntlich an das positiv elektrische Metall tritt und dasselbe oxydirt. Entgegengesetzt ist der Vorgang bei verzinktem Eisen. Hier bilden zwar die zwei Metalle auch eine galvanische Kette, aber darin nimmt das Eisen die negative und das Zink die positive Elektrizität an; der Sauerstoff des zerlegten Wassers wirft sich also auf das Zink, oxydirt dasselbe allmälig, läßt aber das Eisen unangegriffen und rostfrei. Zu dieser Wirkung ist durchaus nicht nöthig, daß das Zink die Oberfläche des Eisens vollständig bekleide; denn der elektrische Zustand verbreitet sich, auf einer Stelle erregt, in hinlänglicher Stärke über die Grenzen der Zinkbekleidung hinaus. Nach Versuchen scheint es, als ob bei Gegenständen, welche der Witterung in der Luft ausgesetzt sind, die schützende Kraft sich ungefähr auf einen Abstand von 4 bis 6 mm erstreckt, und folglich die von Zink entblößten Stellen höchstens 12 mm breit sein dürfen, um rostfrei zu bleiben. Dies genügt schon für viele Anwendungen, und man macht daher von verzinktem Eisenwerk vielfältig Gebrauch (Blech zu Dachdeckungen, Röhren, Dachrinnen, Bandeisen, Draht zu elektrischen Telegraphen, Drahtgitter, Ketten, Nägel, u. s. w., auch Kanonenkugeln). Verweilen aber die Gegenstände stetig unter Wasser (reinem oder salzigem), so können größere Oberflächentheile ohne Zinkbekleidung sein, und zum Schutze gegen Rost genügt es in diesem Falle sogar, wenn nur hin und wieder Zinkstücke angelöthet oder angeschraubt sind.

Das als wesentlicher Umstand auftretende galvanisch-elektrische Verhältniß zwischen dem Eisen und dem Zink hat den Grund abgegeben, das Verzinken des Eisenwerkes Galvanisiren (galvaniser, étamage galvanique, *galvanizing*) und das verzinkte Eisen (fer zinqué) auch galvanisirtes Eisen (fer galvanisé, *galvanized iron*) zu nennen. Das Verzinken wird im Allgemeinen auf ganz ähnliche Weise vollführt, wie das Verzinnen mit geschmolzenem Zinn. Die erste Arbeit ist das Blankbeizen der eisernen Gegenstände mittelst verdünnter Schwefelsäure (welcher man vortheilhaft etwas Theer zusetzt, oder eines Gemisches von 43 Gewichtstheilen Wasser und 5 Gewichtstheilen Vitriolöl, worin 2 Theile Zinnsalz und 2 Theile Kupfervitriol aufgelöst sind. Dabei schabt man, wo es nöthig ist, die Oberfläche mittelst eines Kratzeisens ab, welches die Gestalt eines gleichseitigen Dreieckes von etwa 70 mm Seite hat und an einem rechtwinklig von dem Mittelpunkte der Fläche ausgehenden, 450 mm langen Stiele sitzt. Die so von Oxyd befreiten Stücke werden in reinem Wasser gespült, mit Sand und einem Stücke Kork gescheuert, mit einer Bürste abgeputzt und bis zur weiteren Bearbeitung unter reinem oder mit etwas gelöschtem Kalk angerührtem Wasser aufbewahrt. Kleine Gegenstände, bei welchen das Scheuern zu weitläufig wäre, läßt man länger in Sauerwasser liegen, und spült sie nur ab. Das Zink wird in einem gußeisernen mit Thon ausgefütterten Gefäße geschmolzen, abgeschäumt, zur Verhinderung der Oxydation mit gepulvertem Salmiak bedeckt. Die nach obiger Angabe gereinigten Eisenstücke taucht man in eine Salmiakauflösung oder in ein Gemisch von gleichviel Salzsäure und Wasser (worin Zink oder Salmiak aufgelöst sein kann); dann werden sie schnell in einem geheizten Raume getrocknet, — wonach sie mit einem weißlichen Salzbeschlage überzogen erscheinen, — sogleich noch heiß in das bedeutend über den Schmelzpunkt erhitzte Zinkbad eingesenkt, darin herumbewegt, langsam herausgezogen, in Wasser gelegt, mit einer Bürste abgerieben, endlich in Kleie oder Sägespänen behende abgetrocknet. Die Verzinkung bekommt ein reineres Ansehen, wenn man die Gegenstände vor dem Spülen rasch durch sehr verdünnte Schwefelsäure zieht. — Nägel und ähnliche kleine Waren, die man nicht stückweise

behandeln kann, muß man im Haufen in das geschmolzene Zink werfen, nach e einer Minute mittelst eines eisernen Schaumlöffels herausholen und — da sie bi überflüssiges Zink zusammenhängende Klumpen bilden — in einem Flammofen, Holzkohlenstaub bedeckt, unter Umrühren eine Viertelstunde lang rothglühen, bis Ueberfluß von Zink abgeschmolzen ist; dann zieht man sie nach dem Vordertheile Herdes und setzt das Rühren bis zum Erstarren des Zinküberzuges fort. — Gr Gegenstände von Gußeisen, so namentlich Kanonenkugeln (welche man zuwe zum Schutz gegen Rost verzinkt) bedürfen keines vorgängigen Abbeizens oder Reinig wenn man sie 1 bis 3 Stunden lang in geschmolzenem Zink liegen läßt.

Das Verzinken großer Gegenstände erfordert zum Schmelzen des Zinkes einen lan trogartigen Kessel, welcher oft bis zu 25000 kg dieses Metalles faßt. Auf der Oberfl des Zinkbades spielen häufig blitzende Flammen von verbrennendem Wasserstoffgas (Chlorzink?). — Draht legt man ringweise in das Zinkbad; besser aber wird er geſtreckt mit angemessener Geschwindigkeit durch dasselbe geführt, wobei man ihn an Austrittsseite ein Zieheisen passiren läßt, welches den Zinküberfluß abstreift[1]). Gr Blechtafeln läßt man wohl, statt sie einfach einzutauchen, durch eiserne im geschmolze Zink befindliche Walzen gehen[2]), vergl. S. 437. — Gewöhnliche Verzinkungen Blech und Draht enthalten 45 bis 300 g Zink auf 1 □m Fläche, wonach die Dicke Zinklage zu 0,006 bis 0,043 mm angenommen werden kann; auf kleineren Gegenstän mit nicht so glatten Oberflächen steigt die Menge des Zinkes höher.

Man kann das verzinkte Eisen nachträglich verzinnen, um eine größere Haltbar seines Ueberzuges unter den Einflüssen der Witterung zc. zu erzielen. Eine Verzinku welche beim Biegen der Gegenstände nicht leicht Brüche bekommt, wird dadurch erhal daß man statt reinen Zinkes eine Legirung aus gleichviel Zink und Zinn, oder von Zink, 7 Zinn, 3 Blei anwendet. — Merkwürdig ist die Beobachtung, daß das (mit r nem Zink) verzinkte Eisen ohne Schwierigkeit geschweißt und geschmiedet werden k und dabei ein tadelloses Material liefert, sodaß die Umarbeitung der Abfälle oder alten verzinkten Eisens kein Hinderniß findet. —

Verzinkung auf nassem Wege ist nach verschiedenen Methoden ausführb aber im Allgemeinen von keiner technischen Bedeutung. Kleine Waren von Messing o Kupfer bekommen z. B. einen blanken, festhaltenden Zinküberzug, wenn man sie granulirtem Zink zusammen in einer Auflösung des salzsauren Zinkoxydes (S. 392) ein Minuten lang kocht; oder wenn man granulirtes Zink in einem (nicht metallenen) G fäße mit gesättigter Salmiakauflösung übergießt, zum Kochen erhitzt, die mit Salzsä abgebeizten Gegenstände hineinwirft und das Sieden noch eine kleine Weile dauern l Das Granuliren des Zinkes geschieht, indem man es geschmolzen in einen erwärmt eisernen Mörser gießt und darin mit der eisernen Keule bis zum Erstarren tüchtig arbeitet. — Verzinkung des Eisens auf galvanischem Wege (nach Art der galvanis Verkupferung S. 447, ausgeführt) gibt die beste Grundlage für nachfolgende Verzink mittelst geschmolzenen Zinkes (S. 443), weil letzteres darauf besonders fest haftet. Ein für diesen Zweck geeigneten dünnen Zinküberzug erhält man auch ohne galvanischen parat auf folgende Weise: Man vermischt eine gesättigte Auflösung von Zink in licher Salzsäure mit einer kleinen Menge feinzerstoßenem Salmiak, gibt dieselbe in ein Kasten von Zinkblech und legt die durch Abbeizen und Scheuern vorbereiteten Eis sachen hinein. Nach 1½ bis 2 Minuten steigen in der Flüssigkeit kleine Gasbläs auf, welche sich auf der Oberfläche als feiner Schaum sammeln, und das Eisen ist sehr dünn überzinkt. Man nimmt es heraus, läßt es abtropfen, auf einem von u erwärmten Bleche schnell trocken werden, und taucht es ohne Weiteres in das geschmolz Zink. Die Behandlung großer Bleche kann in einem hölzernen Gefäße geschehen, w man zwischen die auf einander geschichteten Tafeln granulirtes Zink einstreut.

XII. **Verbleien** (plomber, plombage, *leading*).

Ueberziehung metallener, namentlich eiserner, Gegenstände mit Blei kann manchen Fällen von Nutzen sein. So hat man verbleites Eisenblech statt des v zinnten zum Dachdecken empfohlen, auch hin und wieder angewendet, obwohl es al

---

1) Polyt. Journ., Bd. 144, S. 118. — Polyt. Centr. 1857, S. 865.
2) Brevets LXXXIII. 244. — Polyt. Journ., Bd. 129, S. 355.

Wahrscheinlichkeit nach an Dauerhaftigkeit dem verzinkten Eisenbleche nachsteht; eiserne Kessel, in welchen verdünnte Schwefelsäure behandelt werden muß, werden durch Verbleiung gegen die auflösende Wirkung der Säure geschützt; Nägel und Schraubenbolzen im Schiffbau sind durch Bleiüberzug vor Rost zu bewahren ꝛc. Das Verbleien geschieht auf dieselbe Weise wie das Verzinnen, nämlich durch Erhitzen des gehörig gereinigten Eisens, Aufbringung und Verreibung des geschmolzenen Bleies unter Mitanwendung von Salmiak (besser: salzsaurem Zink, S. 392, 396); oder durch Eintauchen in das flüssige Blei, welches zum Ausschlusse der Luft am besten mit einer Schicht Chlorzink bedeckt gehalten wird, da Talg und Kolophonium hier (wegen der größeren Hitze des Metalles) nicht so gut anwendbar sind, wie beim Verzinnen.

Das Verbleien von Eisenblech und Eisendraht geschieht auch mit Hartblei (S. 45) oder mit einer Legirung aus 3 Theilen Blei und 1 Th. Zinn. Blech mit letztgenannter Verbleiung läßt sich leichter mittelst Zinnloth löthen, als solches mit reinem Blei überzogen. Noch besser ist eine Zusammensetzung aus 15 Blei, 3 Zinn, 1 Kupfer, 1 Antimon. Das damit zu überziehende Eisenwerk wird in Salzsäure von 18° B. (1,38 sp. G.), in welche man Zinkstücke gelegt hat, abgebeizt und nach dem Herausziehen sogleich noch naß, aber langsam um gefährliches Aufsprudeln zu vermeiden) in der heiß geschmolzenen Metallmischung untergetaucht. — Es wird behauptet, durch Verbleien werde das Eisenblech geschmeidiger, durch Verzinken verliere es an Geschmeidigkeit: sodaß z. B. ein Blech, welches roh sich schlecht falzen läßt, nach dem Verbleien gut gefalzt werden könne, während ein im rohen Zustande gut zu falzendes nach dem Verzinken leicht beim Falzen Brüche bekäme.

Die auf nassem Wege, mittelst Auflösung von Bleiglätte in Aetzkalilauge und einer galvanischen Batterie darzustellende dünne Verbleiung (**galvanische Verbleiung**) ist ohne technische Bedeutung.

XIII. Verkupfern (cuivrer, cuivrage, *coppering*).

Die Verkupferung kann auf trockenem und auf nassem Wege ausgeführt werden; in der Regel geschieht nur das letztere.

A) **Verkupferung auf trockenem Wege** ist rücksichtlich des Eisens mehrmals versucht, wenngleich — soviel bekannt — nicht zu allgemeinerer Anwendung gebracht worden. Eine blanke Fläche von Eisen ist, wenn sie bis zum Anfange des Weißglühens erhitzt wird, geneigt, sich mit schmelzendem Kupfer, worein man sie taucht, oder welches man darauf gießt, zu verbinden; unter der Voraussetzung, daß während der ganzen Dauer der Operation die sauerstoffhaltige Luft so vollkommen wie möglich abgehalten, mithin die Oxydation der beiden Metalle verhindert wird. Schmiedeiserne Platten, welche auf diese Weise verkupfert sind, lassen sich beliebig dünn auswalzen und sowohl glühend als kalt mittelst des Hammers verarbeiten, ohne daß der Ueberzug sich ablöst oder beschädigt wird.

Die Ausführung dieser Verkupferung unterliegt einer Haupt-Schwierigkeit, welche in der schon angedeuteten Nothwendigkeit, den Sauerstoff der Luft auszuschließen, gegründet ist. Man hat durch den Bau des Ofens, worin das Eisen erhitzt und das Kupfer geschmolzen wird, diese Schwierigkeit zu beseitigen gestrebt, indem man es dahin brachte, daß auf keinem anderen Wege Luft zu den Metallen gelangen konnte, als durch das Feuermaterial (Steinkohlen oder Kokes) hindurch, wo die eintretende Luft durch die Verbrennung ihres Sauerstoffes beraubt wird. Nachdem in zwei besonderen aber an einander stoßenden Abtheilungen des Ofens das Eisen weißglühend geworden und das Kupfer geschmolzen ist, wird ersteres mittelst Zangen oder anderer geeigneter Werkzeuge angefaßt, in dem Ofen selbst in das Kupfer eingetaucht, worin man es nach Erforderniß von einigen Minuten bis zu einer Viertelstunde läßt. — Soll der Ueberzug von Kupfer bloß einseitig sein, so begießt man das glühende Eisen mit dem geschmolzenen Kupfer, oder befestigt zwei Eisenplatten auf einander liegend, verkupfert sie durch Eintauchen und trennt sie zuletzt wieder. Zu demselben Zwecke kann man gekörntes Kupfer mit Borax auf einer Eisenplatte ausbreiten und dann schmelzen lassen; oder in einer seichten vierkantigen Pfanne von Gußeisen, die inwendig mit Thon bestrichen ist, auf den Boden eine Kupferplatte und auf diese eine blankgefeilte mit Borax-Auflösung bestrichene Eisenplatte legen,

letztere mit Gewichten beschweren, und das Ganze in einem Ofen bis zum Schmelzen d Kupfers erhitzen. Wenn durch eine einfache Vorrichtung in der Pfanne dem Eisen nic gestattet wird, zu tief niederzusinken, so findet man es nach dem Erkalten auf der untere Fläche mit dem fest anhängenden Kupfer bekleidet.

Eisenbleche, welche vorläufig verzinkt sind, nehmen beim Eintauchen in geschmolzen (zum Luftausschluß mit Kohle bedecktes) Kupfer bereitwillig einen Kupferüberzug an Verkupferte Eisenplatten sind zu Dampfkesseln, zum Dachdecken, zum Beschlagen der Schiffe a empfohlen worden.

B) **Verkupferung auf nassem Wege.** — Eisen oder Stahl überzieht sic bekanntlich, bei blanker Oberfläche in eine Kupferauflösung (z. B. Kupfervitriol) ge taucht oder damit bestrichen, mit einer Haut von Kupfer, welche anfangs äußers dünn ist und ziemlich fest anhängt, späterhin zwar an Dicke bedeutend zunimmt, dan aber sich bei leichter Berührung in rindenförmigen Stücken ablöst. Die Erzeugung eines einigermaßen starken und zugleich haltbaren Kupferüberzuges gelingt nicht ohn besondere Kunstgriffe.

Folgende Verfahrungsarten führen zum Ziele: a) Man versetzt eine konzentrirte Kupfervitriol-Auflösung mit etwas weniger als der Hälfte ihres Volumens englischer Schwefel säure (wodurch sich ein Theil des gelösten Kupfervitriols als krystallinisches Pulver nie derschlägt); in diese Flüssigkeit taucht man die stählernen Gegenstände ein, zieht sie so gleich wieder heraus, spült sie einige Mal mit heißem Wasser ab und trocknet sie durch Reiben mit geschlämmter Kreide auf einem Läppchen. — b) Das blankgebeizte Eisen wird in ein lauwarmes Bad von 1 Th. konzentrirter Schwefelsäure, 3 Th. Kupfervitriol, 6 Th. Weinstein, 100 Th. Wasser getaucht, mit kochendem Wasser gespült, in erwärmten Sägespänen abgetrocknet. — c) Man versetzt eine Auflösung von Kupferchlorür in dem 100fachen Gewichte destillirten Wassers mit so viel Zinnchlorür, daß die grüne Flüssig keit farblos wird, fügt einige Tropfen Salzsäure zu, taucht eine messingene Kratzbürste (S. 430) hinein und reibt hiermit in geraden Zügen hin und her die blanken reinen Eisenstücke, spült dieselben mit Wasser ab und bearbeitet sie schließlich unter reinem Wasser mittelst einer anderen messingenen Kratzbürste. — d) Man löst 25 g Kupferoxyd in 170 g konzentrirter Salzsäure, setzt 250 g Wasser und 420 g Alkohol zu, und legt in dieses Ge misch das sorgfältig mittelst Salzsäure gereinigte Eisen. Auch Gußeisen verkupfert sich so sehr gut. — e) Man verdünnt rauchende Salzsäure mit ihrem dreifachen Volum Wasser, gibt dazu einige Tropfen einer Kupfervitriol-Auflösung, legt das zuvor mit Wein stein und Wasser abgeriebene und mittelst Holzkohlenpulver glänzend gemachte Eisen hinein, nimmt es nach einigen Sekunden heraus und reibt es mit einem Lappen. Hierauf setzt man der Salzsäure etwas mehr Kupfervitriol-Auflösung zu, und legt das Eisen von Neuem in dieselbe. Durch so wiederholtes Einlegen, unter jedesmaligem Zusatz von Kupfervitriol-Auflösung, läßt sich die Kupferschicht willkürlich verstärken. Zuletzt legt man das überkupferte Eisen in eine starke Sodaauflösung, trocknet es ab und putzt es mit Kreide blank.

Das Verkupfern des Eisens und Stahles ist eine Vorbereitungsarbeit um einen Grund für Vergoldung, oder für Verzinnung durch Ansieden, zu bilden; in letzterer Beziehung vergl. S. 441. — Ueber verkupferten Eisendraht s. S. 208.

Zum Verkupfern von Gegenständen aus Zink kann man eine gute Flüssigkeit auf folgende Weise bereiten: Man erhitzt ein Gemisch von 12 Theilen gepulverten Weinstein krystallen, 1 Th. kohlensaurem Kupferoxyd (s. unten bei der galvanischen Verkupferung) und 24 Th. Wasser auf 75° C. bis das Aufbrausen beendigt ist; fügt dann gepulverte Schlämmkreide in kleinen Portionen so lange hinzu, als noch ein Brausen erfolgt; fil trirt und wäscht den Niederschlag mit nicht mehr als 48 Th. Wasser aus; fügt die Wasch wässer der anfangs durchgelaufenen Flüssigkeit bei und gebraucht letztere in diesem ver dünnten Zustande zum Einlegen der Zinkgegenstände, welche darin binnen einigen Minuten eine schöne Verkupferung annehmen. Das Zink muß vorläufig sehr blank abgebeizt sein, was dadurch erreicht wird, daß man es einige Sekunden lang in ein Gemisch von 2 Th. starker Salpetersäure, 1 Th. konzentrirter Schwefelsäure und 3 Th. Wasser taucht, sogleich in viel reinem Wasser spült und schnell abtrocknet.

Messing, welches rein und blank gearbeitet oder abgebeizt ist, kann man dünn überkupfern, indem man es unter Luftzutritt (aber vor Rauch und Ruß des Feuers ge schützt) schwach glüht, bis es schwärzlichbraun oxydirt ist, noch heiß in Chlorzinklösung ablöscht und ein wenig darin kocht (wobei ein nicht metallenes Gefäß erfordert wird),

ichtig in Wasser spült und durch Erhitzen trocknet, nach dem Erkalten in kupferhaltiger Chlorzinkauflösung wieder kocht und dabei auf der Rückseite mit einem Zinkstäbchen berührt, welches darauf herumgeführt wird, endlich in warmem Wasser gut spült, abbürstet und mit Leinwand oder Sägespänen abtrocknet. Die erwähnte kupferhaltige Chlorzinklösung wird dargestellt, indem man die Chlorzinklösung mit geglühtem Kupferbleche kochen läßt.

Eine besondere Methode des Verkupferns auf nassem Wege ist die galvanische Verkupferung[1]) mittelst des galvanoplastischen Apparates, worüber bereits S. 138 eine vorläufige Andeutung gemacht wurde. Man kann auf diesem Wege Schmiedeisen, Gußeisen, Stahl, Zinn, Blei, Schriftgießermetall (z. B. die Köpfe der Buchdrucker-Typen oder die Stereotyp-Platten) &c. leicht, schnell und dauerhaft mit einem dünnen Kupferüberzuge versehen, welcher sie vor Oxydation schützt und ihnen das Ansehen von massivem Kupfer verleiht. Eisen wird indessen hierbei nicht selten zerfressen, sodaß sich auf dem Gegenstande entweder schon während der Operation oder nachher Eisenoxyd unter der Kupferdecke bildet. Um dies zu verhindern, kann man die Eisenstücke vor dem Verkupfern entweder verbleien (S. 444) oder durch Einsatzhärtung (S. 27) oberflächlich in harten Stahl verwandeln. Gußeisen im Besonderen (wegen seiner Porosität) rostet nach der Verkupferung sehr leicht, wenn der Kupferüberzug nicht sehr dick gemacht wird. Man hat daher vortheilhaft gefunden, die Stücke ohne sie abzubeizen (wie sie vom Gusse kommen) durch Eintauchen mit einem sehr flüssigen aber schnell trocknenden Firnisse zu überziehen, auf diesen Graphitpulver aufzutragen (welches die Oberfläche zum Elektrizitätsleiter macht), und endlich die Verkupferung vorzunehmen.

Ein gutes Verfahren zur galvanischen Verkupferung ist folgendes: Man kocht in einer Porzellanschale oder einem emaillirten gußeisernen Kessel eine beliebige Menge weißen Weinstein mit seinem zehnfachen Gewichte Regenwasser und setzt der Flüssigkeit so viel frischbereitetes, mit kaltem Wasser ausgewaschenes, kohlensaures Kupferoxydhydrat (blauer Niederschlag beim Vermischen der Auflösungen von Kupfervitriol und gereinigter Pottasche) zu, bis ein Antheil des letzteren unaufgelöst liegen bleibt. Die gewonnene dunkelblaue Flüssigkeit wird durch einen geringen Zusatz von gereinigter Pottasche alkalisch gemacht und mit Wasser stark verdünnt in eine gußeiserne emaillirte Schale gegeben, in welcher der vorläufig gut gereinigte Gegenstand, welchen man verkupfern will, ganz davon bedeckt werden muß. Sodann führt man die kupfernen Leitungsdrähte von den Polen einer konstant wirkenden galvanischen Batterie in die Flüssigkeit ein. An das Ende des positiven oder Zinkpol-Drahtes wird ein dünn ausgewalztes Stück Kupferblech befestigt, welches zum Theil in die Flüssigkeit eintaucht; mit dem negativen oder Kupferpol-Drahte setzt man den zu verkupfernden Gegenstand von beliebigem Metall in die innigste Berührung. — Als Verkupferungsflüssigkeit ist unter Anwendung der Batterie auch sehr gut eine verdünnte Auflösung von Cyankupfer in Cyankalium zu gebrauchen.

Man hat mitunter sehr dicke (1 bis 2mm starke) galvanische Verkupferung auf Eisen angebracht und auf diese Weise z. B. Platten, Nägel, Schraubenbolzen &c. zubereitet.

XIV. Ueberziehung mit Eisen.

Künstliche Ueberkleidung der Metalle mit Eisen kann im Allgemeinen von keinem Nutzen sein, da das Eisen, den oxydirenden Einflüssen gegenüber, vielmehr ein schutzbedürftendes als ein schützendes Metall ist. Einen auf galvanoplastischem Wege hervorgebrachten Eisenüberzug auf Kupfer hat man indessen nicht ohne Erfolg benutzt, um gestochene Kupferplatten beim Drucke dauerhafter zu machen, indem sie dann wegen der Härte und langsamen Abnutzung des Eisens eine viel größere Anzahl Abdrücke aushalten. Das Verfahren bei diesem uneigentlich so genannten Verstählen ist völlig dem der galvanischen Verkupferung analog; aber es dient dazu

[1]) Bulletin d'Encouragement 1857, p. 65. — Jobard, Bulletin, T. 32, p. 18. — Polyt. Journ., Bd. 144, S. 37. — Polyt. Centr. 1857, S. 714. — Ztschr. d. Ing. 1866, S. 468.

eine Flüssigkeit, welche bereitet wird, indem man 2 Theile Eisenvitriol und 1 Theil Salmiak mit 8 Theilen Wasser löst, die Auflösung nebst blanken Eisenstückchen in eine Flasche gibt und wohl verstopft zum Gebrauche aufbewahrt. — Der Eisenüberzug ist fast silberweiß und spiegelglänzend.

XV. Ueberziehen mit Messing (laitonnage).

Auf gleiche Weise, wie Eisen mit geschmolzenem Kupfer verkupfert werden kann (S. 445), gelingt auch dessen Ueberkleidung mit Messing, was man **Vermessingen** nennen könnte; nur ist in diesem Falle Rothglühhitze schon hinlänglich, da der Schmelzpunkt des Messings niedriger liegt, als der des Kupfers. Das Verfahren hat zur Zeit keine regelmäßige Anwendung gefunden.

Gebraucht man den Apparat und die Methode, welche zur galvanischen Verkupferung (s. vorstehend) dienen, jedoch an der Stelle der kupferhaltigen Flüssigkeit eine Auflösung solcher Art, daß daraus durch den elektrischen Strom Kupfer und Zink gleichzeitig niedergeschlagen werden: so bekleidet sich der behandelte Metallkörper mit einer sehr dünnen Haut von **Messing** oder **Tombak**. Ebenso erzeugt man Ablagerungen von **Bronze**, wenn eine geeignete kupfer- und zinnhaltige Flüssigkeit zur Anwendung kommt; und von **Argentan**, wenn das Bad Kupfer, Zink und Nickel enthält. Auf solche Weise kann man Gegenständen aus Schmied- und Gußeisen, Stahl, Zink, Blei, Zinn, völlig die Farbe des Messings, der Bronze oder des Argentans ertheilen, was für Ornamente und mancherlei Hausgeräthe wichtig sein wird, sobald durch Vereinfachung und größere Sicherstellung des Arbeitsprozesses eine allgemeine Anwendung thunlich gemacht ist. Schon jetzt kommen (unter dem Namen *similor*) z. B. Leuchter u. dgl. aus Britannia-Metall mit schönem goldähnlichen Tombaküberzug vor, bei deren Darstellung man der zink- und kupferhaltigen Flüssigkeit eine sehr kleine Menge Goldauflösung zumischt, um die Farbe der Ablagerung zu erhöhen.

Sehr gute Resultate geben folgende Flüssigkeiten: a) für **Messingüberziehung** 100 Theile Wasser, 10 kohlensaures Kali, 1 Kupferchlorid, 2 schwefelsaures Zinkoxyd, 1 Cyankalium; oder 1 Th. Kupfervitriol in 4 Th., 8 Th. Zinkvitriol in 16 Th., 18 Th. Cyankalium in 36 Th. heißen Wassers aufgelöst, die Lösungen gemischt, zur Wiederauflösung des entstehenden Niederschlages ferner mit Cyankalium versetzt und schließlich mit 250 Th. destillirten Wassers verdünnt; — b) für **galvanische Bronzirung** 100 Wasser, 10 kohlensaures Kali, 2 Kupferchlorid, 1 Zinnchlorür (Zinnsalz), 1 Cyankalium. In diesen Fällen ist nöthig, mit kochendheißer Flüssigkeit zu arbeiten, und eine galvanische Batterie durchaus unentbehrlich.

Eine ältere Methode, auf nassem Wege einen Messingüberzug darzustellen, ist die sogenannte **falsche Vergoldung** auf Kupfer durch oberflächliche Verbindung desselben mit Zink. Dazu wird das Kupfer durch Scheidewasser blankgebeizt und in ein Amalgam aus 1 Theil Zink mit 12 Th. Quecksilber gebracht, wozu man noch Weinstein setzt, worauf das Ganze mit sehr verdünnter Salzsäure gekocht wird. Nach dem Herausnehmen erscheint es von dem Amalgam weiß, nach dem Waschen und gelinden Glühen aber (wobei das Quecksilber abdampft) gelb, und nach dem Poliren goldfarbig.

XVI. Vernickeln.

Ein sehr wirksamer Schutz gegen Oxydation läßt sich bei den verschiedensten Metallfabrikaten durch einen Ueberzug mit Nickel erreichen, welcher zugleich diesen Fabrikaten ein schönes stahlartiges Aussehen (mit einem Stich ins Gelbliche) verleiht. So werden z. B. die in der Fabrikation kohlensaurer Wässer gebräuchlichen Apparate, kupferne Kessel für Laboratorien, äußerlich und innerlich mit Vortheil vernickelt, ebenso eiserne und stählerne Maschinentheile (Schrauben, Scharnierbolzen ꝛc.), welche der gleichzeitigen Einwirkung von Schmieröl und Wasserdampf ausgesetzt sind, auch (in Nord-Amerika) außenliegende Theile von Lokomotiven und Dampfmaschinen.

Das Vernickeln kann in folgender dem Verzinnen durch Weißsieden entsprechenden Art geschehen: Man bringt in ein blankes Metallgefäß (Kupferkessel) eine konzentrirte Lösung von Chlorzink, der man das gleiche bis doppelte Volumen Flußwasser zufügt, erhitzt zum Kochen und fügt tropfenweise so viel Salzsäure hinzu, bis der durch den Wasserzusatz entstandene Niederschlag verschwunden ist; hierauf fügt man eine Messerspitze Zinkpulver hinzu, welcher Zusatz im Lauf einiger Minuten ein Verzinken des Metalles, soweit es von der Flüssigkeit berührt wird, zur Folge hat. Nun bringt man so viel Nickelsalz (Nickelchlorid, Kaliumnickelsulfat) hinzu, daß die Flüssigkeit deutlich grün gefärbt erscheint, legt die zu vernickelnden Gegenstände, welche von Schmiedeisen, Gußeisen, Stahl, Kupfer, Messing, Zink oder Blei sein können, unter Beifügung kleiner Zinkblechschnitzel oder Zinkdrahtstücke der Art ein, daß beim Kochen hinreichend viel Berührungspunkte geboten werden, und erhält das Ganze im Kochen. Das Nickel schlägt sich bald nieder und nach ca. 15 Minuten findet man sämmtliche Gegenstände vernickelt. Wenn die Nickelschicht recht glänzend erscheinen soll, so darf die Flüssigkeit beim Kochen weder trübe (von basischem Zinksalz), noch sauer (durch freie Salzsäure) sein. Die gehörig vernickelten Gegenstände müssen mit Wasser gut gewaschen und hierauf mit Schlämmkreide geputzt werden. Verwendet man statt des Nickelsalzes ein Kobaltsalz, so erhält man ebenso leicht auf den betreffenden Gegenständen einen Niederschlag von Kobalt; derselbe ist jedoch minder glänzend, als der Nickelüberzug, und läuft leicht an, ist auch wegen seines höheren Preises weniger empfehlenswerth.

Auch auf galvanischem Wege kann das Vernickeln ausgeführt werden. Hierbei kann z. B. ein Doppelsalz dienen, welches durch Krystallisiren von 400 Gewichtstheilen reinem schwefelsauren Nickeloxyd mit 200 Theilen reinem Ammoniak dargestellt ist; dasselbe wird in 6000 Th. destillirtem Wasser gelöst und mit 1200 Theilen Ammoniakflüssigkeit von 0,909 spez. Gew. versetzt; bei der Niederschlagung, die mittelst eines gewöhnlichen galvanischen Stromes unter Verwendung von Platin als positiver Pol erfolgt, wird die Lösung auf etwa 550° C. erhitzt. Dieses Verfahren ist von Böttger bereits i. J. 1843 vorgeschlagen worden.

Ein anderes Verfahren beruht auf der Anwendung von Nickelsalzen organischer Säuren. Man löst in 15 l Wasser 1250 g Zitronensäure, 500 g Chlorammonium oder Ammoniumsulfat, 500 g Ammoniumnitrat, erhitzt die Lösung auf 80° C. und sättigt sie nach und nach mit gefälltem Nickeloxydulhydrat; darauf nimmt man sie vom Feuer, sättigt sie mit 2,5 l Ammoniak und verdünnt mit Wasser auf 25 l. Die Flüssigkeit enthält dann ungefähr 50 g Nickel im Liter. Man läßt sie erkalten, setzt 500 g Ammoniumcarbonat hinzu, läßt absetzen und filtrirt; unter dem Einfluß des galvanischen Stromes setzt sie leicht eine dichte, glänzend weiße Schicht Nickel ab; die Temperatur muß bei der Anwendung ungefähr 50° C. betragen.

XVII. Vergolden (dorer, dorure, *gilding*)[1].

Es gibt vier Hauptmethoden, welche auf Metall angewendet werden, nämlich: die Feuervergoldung, die kalte Vergoldung, die nasse Vergoldung und die Vergoldung mit Blattgold. Theils nach der Art des zu vergoldenden Metalles, theils nach anderen Rücksichten erleidet jede dieser Methoden wieder einige Modifikationen, wodurch mancherlei Unterarten des Vergoldens entstehen.

1) **Feuervergoldung** (dorure au feu). — Das Wesentlichste derselben besteht darin, daß das Gold mit Quecksilber zu einem Amalgam verbunden, dieses auf die Oberfläche der Ware aufgestrichen und letztere dann stark genug erhitzt wird, um das Quecksilber als Dampf fortzutreiben, wodurch das Gold als ein dünner fest haftender Ueberzug zurückbleibt.

a) Bronze-Vergoldung (dorure sur bronze, *wash-gilding*, *water-gilding*)[2]. — Unter Bronze in der hier gemeinten Bedeutung versteht man das Tombak, welches gewöhnlich die Grundlage vergoldeter Arbeiten ausmacht, wenn diese aus

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, XIX. 520. — Vademecum des Vergolders. Von Emil Winkler. Leipzig 1850.

[2]) Die Kunst der Bronze-Vergoldung, von d'Arcet; aus dem Französischen von Blumhof. 2. Aufl. Frankfurt a. M. 1833.

unedlem Metalle bestehen. Manchmal steigt der Zinkgehalt dieser Mischung so hoch, daß dieselbe eigentliches Messing wird; immer aber ist es zweckmäßig, daß neben Kupfer und Zink eine geringe Menge Zinn und Blei vorhanden sei, welche beim Einschmelzen alten Metalles ohnehin gewöhnlich nicht fehlen, weil sich darunter fast immer Stücke von verzinntem oder mit Schnell-Loth gelöthetem Kupfer und Messing finden.

Der Erfahrung nach kann die Menge des Zinkes in einer zum Vergolden sehr gut tauglichen Zusammensetzung von 22 bis zu 50 Theilen auf 100 Theile Kupfer betragen. Die Menge des Zinnes darf zwischen 1/4 und 3 Prozent des Ganzen betragen, jene des Bleies ungefähr innerhalb derselben Grenzen veränderlich sein; jedoch so, daß Zinn und Blei zusammengenommen meist 3 bis 5 Prozent der ganzen Metallmischung ausmachen. Man vergleiche die auf S. 48 und 53 gemachten Angaben. Eine gute Bronze muß nicht nur ziemlich leicht schmelzbar sein, sich rein und scharf gießen, leicht gefeilt, gedreht, gravirt und polirt werden können, sondern sie soll, insbesondere in Beziehung auf das Vergolden, möglichst dicht (wenig porös) und überhaupt so beschaffen sein, daß sie zur schönen und vollkommenen Vergoldung eine verhältnißmäßig geringe Menge Gold erfordert. In letzterer Beziehung ist die Farbe des Metalles nicht ohne Einfluß, und es ist namentlich das röthliche, schon an sich dem Golde ähnlichere Tombak dem hellgelben Messing vorzuziehen.

Das Gold, welches zum Vergolden gebraucht wird, soll ganz oder beinahe ganz rein sein, weil das sehr merklich mit Silber legirte eine grün aussehende Vergoldung liefert, ein etwas beträchtlicher Kupfergehalt des Goldes aber Ursache ist, daß letzteres sich schwerer mit dem Quecksilber amalgamirt und ein körniges, nicht leicht auf den Arbeitstücken auszubreitendes Amalgam erzeugt. Ueberdies fällt die Vergoldung mit kupferhaltigem Golde röthlich aus. Meistentheils bedient man sich der Dukaten, deren geringer Gehalt an Kupfer oder Silber keinen Nachtheil bringt. Um das Gold-Amalgam (amalgame d'or, *amalgam of gold*) zu bereiten, bringt man das dünn ausgewalzte, zerschnittene und abgewogene Gold in einem kleinen (der Glätte halber mit Kreide ausgestrichenen) hessischen Schmelztiegel im Kohlenfeuer zum schwachen Rothglühen; gießt ungefähr das achtfache Gewicht ganz reinen erwärmten Quecksilbers hinzu; erhitzt noch einige Minuten unter Umrühren mit einem eisernen Haken, und gießt endlich das fertige Amalgam in eine Schale mit Wasser aus, damit es sich schnell abkühlt und nicht durch Krystallisation Körner bildet, welche das gleichförmige Auftragen auf die zu vergoldende Ware erschweren würden. In diesem Zustande enthält das Amalgam zu viel Quecksilber und ist zu flüssig; der Arbeiter drückt und knetet es daher mit den Fingern an den Wänden der Schale, bis es teigartig daran kleben bleibt.

Besser würde es sein, das Amalgam durch Sämischleder zu pressen, weil dabei die nachtheilige Berührung der Hand mit dem Quecksilber größtentheils vermieden werden könnte. Das völlig ausgepreßte Amalgam enthält nahe 2 Theile Gold gegen 1 Theil Quecksilber; je weniger vollständig man es auspreßt, desto geringer ist der Goldgehalt, und desto dünner fällt demnach die damit gemachte Vergoldung aus. Uebrigens ist auch das beim Pressen ablaufende Quecksilber goldhaltig und wird deshalb bei neuer Bereitung des Amalgams angewendet, kann aber auch, statt des letzteren, zur Hervorbringung sehr schwacher Vergoldungen dienen.

Die zu vergoldenden Gegenstände werden zwischen Kohlen schwach rothgeglüht, nach dem langsamen Erkalten gelbgebrannt (S. 408), in Wasser abgespült und mit Sägespänen abgetrocknet. Sie müssen nun in gewissem Grade ein mattes, gleichsam körniges Ansehen zeigen, welches durch die gehörige Stärke der beim Gelbbrennen gebrauchten Säure erreicht wird. Ist das Metall zu rauh, so erfordert es zu viel Amalgam, um die Oberfläche völlig mit Gold zu bedecken, die Vergoldung wird mithin zu kostspielig; ist es zu glatt, so haftet das Gold nicht gut. Auf die so vorbereitete Ware wird das Amalgam mittelst einer kleinen und feinen messingenen, an einem hölzernen Stiele befestigten Kratzbürste aufgetragen (charger). Man taucht zu dem Ende die Kratzbürste in eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Quickwasser, dissolution mercurielle, *quickening*, *quick-water*), nimmt dann

nit etwas von dem Amalgame auf, welches in einem unglasirten irdenen Schälchen t, und überfährt damit die Ware, welche entweder durchaus gleichmäßig, oder nach ſtänden auch stellenweise stärker, stellenweise schwächer mit Amalgam versehen wird, nach die Vergoldung ungleich stark ausfällt. Auf ganz kleine Gegenstände trägt n das Amalgam mittelst eines am Ende plattgeschlagenen Messingdrahtes.

Das Quickwasser wird erhalten, indem man 110 g reines Quecksilber in 121 g lpetersäure vom spezif. Gewichte 1,33 ohne Beihülfe der Wärme auflöst und zu dieser ssigkeit 6 kg Regenwasser oder destillirtes Wasser mischt. Diese schwache Quecksilber-lösung setzt auf den messingenen Drähten der Kratzbürste sowohl als auf der Oberfläche Bronze einen dünnen Ueberzug von Quecksilber ab, vermöge dessen beide mehr ge-gt werden, das Amalgam gleichmäßig anzunehmen. Reine, mit Wasser verdünnte lpetersäure, welche man öfters statt des Quickwassers anwendet, leistet zwar (indem sie as Quecksilber aus dem Amalgame auflöst) die nämlichen Dienste, belästigt aber die beiter durch beständige Entwickelung salpetrigsaurer Dämpfe, welche zum Nachtheile für Gesundheit eingeathmet werden.

Von der zuvor beschriebenen Art das Amalgam aufzutragen unterscheidet sich eine ethode, welche für sehr leichte Vergoldungen gebräuchlich ist, und darin besteht, daß man t teigartigen Amalgams ein viel golbärmeres flüssiges (S. 450) anwendet. Dieses t man nebst den Waren in eine hölzerne oder irdene Schale, der man mit der Hand e Bewegung von solcher Art ertheilt, daß die einzelnen Stücke hüpfen und sich wen-n, bis sie auf der ganzen Oberfläche weiß, d. h. mit Amalgam versehen sind (dorure . sauté). Gegenstände, die scharfe Kanten haben, mit welchen sie sich gegenseitig ßen und beschädigen (kratzen) können, sind nicht zweckmäßig auf solche Weise zu be-ndeln.

Die mit dem Amalgam versehenen Stücke werden mit reinem Wasser abgespült, rauf man sie trocknen läßt, und endlich erhitzt (abgeraucht), um das Quecksilber verflüchtigen. Soll die Vergoldung stärker werden, so trägt man abermals Amal-m auf (wobei jedoch das Quickwasser durch einen kleinen Zusatz von Salpetersäure schärft werden muß, spült in Wasser und raucht das Quecksilber wieder ab. thigenfalls wiederholt man diese Arbeiten auch zum dritten und vierten Male; her kommen die Ausdrücke: zweifach, dreifach vergoldet (doré à deux, à trois is, *double, treble gilt*). Das Abrauchen (passer, *drying-off*) ist diejenige Ope-tion, durch welche das Quecksilber des Amalgams in Dampfgestalt verflüchtigt wird. m sie zu verrichten, legt der Vergolder das Arbeitstück auf einen Rost von Eisen-aht (grille à dorer) über glühenden Kohlen in einem kleinen, oben ganz unver-lossenen Ofen von Eisenblech; läßt es allmälig heiß werden; nimmt es mit einer ange (moustache, *gilder's tongs*) heraus und legt es in die mit einem dick gepol-rten Handschuhe bekleidete linke Hand; reibt und stößt es auf allen Seiten mit einer ürste von langen Borsten, um das Amalgam gleichmäßig zu vertheilen; bringt es ieder auf das Feuer und erhitzt es langsam bis zur gänzlichen Verflüchtigung des uecksilbers. An Stellen, wo es an Amalgam fehlt, wird nachträglich etwas davon fgetragen, um sie auszubessern (ramender). Ganz kleine Gegenstände, wie Knöpfe dgl. erhitzt man in größerer Anzahl zugleich in einer flachen eisernen Pfanne, die an oft schüttelt, damit alle Stücke gleich heiß werden. Man erkennt den Zeitpunkt, o das Abrauchen beendigt ist, an der Art des Zischens, welches ein auf das Metall brachter Wassertropfen hervorbringt. Die Stücke werden nun in Wasser abgespült d in einer Mischung aus Wasser und Essig mit einer messingenen Kratzbürste elche gröber ist, als jene zum Auftragen des Amalgams) gekratzt, worauf man sie ieder mit reinem Wasser spült und mit Sägespänen abtrocknet.

Vergoldete Arbeiten, welche überall Glanz haben müssen, polirt man mittelst s Blutsteines (S. 429), den man in durch Essig gesäuertes Wasser taucht; wäscht dann in reinem Wasser und trocknet sie an weicher Leinwand, zuletzt aber auf em Roste über schwachem Kohlenfeuer. — Gegenstände, welche ganz matt bleiben len, werden nach der Vergoldung dem Mattiren unterworfen (mater, donner mat, mettre au mat). Auf gleiche Weise behandelt man diejenigen, welche theil-eise matt und theilweise glänzend (polirt) werden sollen; nachdem man hier vorläufig

die zu polirenden Stellen (les brunis) mit einem Brei (épargne) aus Kreide, Zu Gummi und Wasser bedeckt, die Stücke wieder getrocknet und bis zum Braunwe des eben erwähnten Ueberzuges erhitzt hat. Man nennt diese theilweise Beda das Aussparen (épargner), weil sie dazu dient, die Einwirkung der Mattfarbe jene Stellen, welche polirt werden sollen, zu verhindern. Das Mattiren Färben ist eine Arbeit, welche mit dem Färben der Goldwaren (S. 411) g Aehnlichkeit hat, und deren Bestimmung darin besteht, der Vergoldung ein gleichför mattes, schön gelbes Ansehen zu ertheilen. Die Mattfarbe (mat) ist ein Gem von 8 Theilen Salpeter, 7 Theilen Kochsalz und 5 Theilen Alaun, welches ma einem Schmelztiegel mit etwas Wasser zergehen läßt und auf die vergoldeten Ge stände aufträgt. Wenn letztere einige Glanzstellen enthalten, so sind diese auf beschriebene Art ausgespart. Man bringt nun die Stücke, an einem Eisendr hängend, auf das Feuer, bis die salzige Kruste völlig geschmolzen ist, und taucht dann schnell in die mit kaltem Wasser gefüllte Mattirtonne (tonneau au m wodurch sowohl die Salzmasse, als auch die Aussparung sich ablöst. Zur vollst digen Reinigung zieht man sie endlich noch durch sehr verdünnte Salpetersäure, w sie in reinem Wasser und trocknet sie mit feiner Leinwand oder durch gelindes wärmen.

Die Flüssigkeit in der Mattirtonne, vorzüglich aber deren Bodensatz, enthält et Gold, welches man daraus wie aus der alten Farbe der Goldarbeiter (S. 412) ge nen kann. — Anstatt die Farbe von der beschriebenen Zusammensetzung auf den ver deten Stücken schmelzen zu lassen, kann man letztere (wie bei Goldwaren üblich ist, 412) in der aus Salpeter, Kochsalz und Salzsäure gemischten Farbe kochen. Es ents dadurch der Vortheil, daß beim Einhängen in die Farbe mehrere Stücke mit einan gefärbt werden können, während beim Erhitzen der mit Farbebrei bedeckten Gegenst über Kohlenfeuer jedes, auch das kleinste Stück einzeln vorgenommen werden muß.

Statt der eben beschriebenen gewöhnlichen gelben Farbe gibt man öfters Vergoldung die orangengelbe Farbe des Muschelgoldes oder eine röthliche Fa welche der Farbe des mit Kupfer legirten Goldes ähnlich ist.

Zur Farbe des Muschelgoldes (or moulu, couleur d'or moulu) wird vergoldete Arbeit weniger stark mit der Kratzbürste gekratzt, als gewöhnlich; da erhitzt man sie ziemlich stark (faire revenir); läßt sie wieder ein wenig abkühle streicht mittelst eines Pinsels auf alle Stellen, welche matt und von der genann Farbe werden sollen, ein Gemenge von gepulvertem Röthel (oder Kolkothar, S. 42 Alaun, Kochsalz und Essig; erhitzt das Stück auf glühenden Kohlen, bis dieser Ueb zug sich zu schwärzen anfängt; taucht es in kaltes Wasser; bestreicht es mit E oder sehr verdünnter Salpetersäure; wäscht es in reinem Wasser ab und trocknet bei gelinder Wärme.

Um die rothe Farbe der Vergoldung (rothe Vergoldung, or roug couleur d'or rouge) zu erzeugen, hängt man das Stück sogleich, nachdem das Qu silber davon abgeraucht und während es noch heiß ist, an einen Eisendraht, taucht in geschmolzenes Glühwachs, oder reibt es, falls es größer ist, mit einer Stan Glühwachs, und läßt dieses über einem angefachten Kohlenfeuer abbrennen, wo man dessen Entzündung dadurch befördert, daß man auch einige Tropfen Glühwa auf die Kohlen wirft. Man dreht das Stück hin und her, damit die Flamme über möglichst gleich stark sei. Sobald dieselbe erlischt, taucht man die Arbeit in Wa kratzt sie mit der Kratzbürste und Essig, spült abermals in Wasser und trocknet Eine durch das Glühwachsen nicht schön oder fleckig ausgefallene Farbe kann m dadurch verbessern, daß man Grünspan in Essig zerrührt aufträgt, diesen über lindem Feuer eintrocknen läßt, das Stück in Wasser spült, mit Essig oder verdünn Salpetersäure kratzt, wieder abspült, endlich trocknet.

Das Glühwachs (cire à dorer, *gilder's wax*) wird auf verschiedene Weise sammengesetzt, wobei aber immer die Hauptbestandtheile die nämlichen bleiben. Rez dazu sind: 32 Theile gelbes Wachs, 3 Th. rother Bolus, 2 Th. Grünspan, 2 Th. Alau — 32 gelbes Wachs, 24 Röthel, 4 Grünspan, 4 Kupferasche (S. 35), 4 gebrann

m; — 32 gelbes Wachs, 18 Röthel, 18 Grünspan, 6 Kupferasche, 2 gebrannter r; — 96 gelbes Wachs, 48 Röthel, 2 Kolkothar, 32 Grünspan, 20 Kupferasche, Zinkvitriol, 16 Eisenvitriol, 1 Borax; — 36 weißes Wachs, 18 Röthel, 18 Grün-, 8 Kupferasche, 18 Zinkvitriol, 6 Eisenvitriol, 3 Borax. Das Wachs wird zuerst molzen, und dann rührt man die übrigen Stoffe, fein gepulvert, hinein. Die Art, das Glühwachs wirkt, ist noch nicht genau erklärt. Die Anwesenheit von Grün-, Kupferasche, läßt vermuthen, daß die Vergoldung mit etwas Kupfer in Verbindung welches zum Theil durch das Zink der Bronze aus dem Grünspan geschieden, zum l durch das verbrennende Wachs reduzirt werden mag; sowie andererseits wahr-lich wird, daß von den rothen pulverigen Körpern (Röthel, Bolus, Kolkothar) feine lchen fest in den Poren der vergoldeten Oberfläche sitzen bleiben und zur Färbung lben beitragen. Die Porosität der Metalle zeigt sich in manchen Fällen auffallend g, um eine solche Annahme zu erlauben (vergl. z. B. S. 427).

Grüne Vergoldung (or vert, couleur d'or vert) wird mittelst eines Amal-s hervorgebracht, wozu man mit Silber legirtes Gold anwendet. Um die Farbe r Vergoldung zu erhöhen, bedient man sich einer Mengung von 17 Theilen Sal-, 14 Th. Salmiak und 9 Th. Grünspan, welche mit Wasser angemacht als Brei etragen wird, worauf man ferner ebenso verfährt, wie bei der Farbe des Muschel-es (S. 452).

Die häufige Berührung, in welche die Vergolder mit Quecksilber kommen, noch weit r aber das Einathmen der Quecksilberdämpfe beim Abrauchen und der schädlichen , welche sich beim Mattiren entwickeln, ist der Gesundheit dieser Arbeiter äußerst ge-lich. Um insbesondere die zweite und wichtigste Ursache der Gefahr zu entfernen, hat at eine Einrichtung der Vergolder-Werkstätte empfohlen, welche allgemeine Nachah-g verdient. Das Wesentliche der Erfindung zielt darauf ab, durch künstliche Vor-ungen einen beständigen und sehr lebhaften Luftzug in jenen Schornsteinen zu un-lten, unter welchen die Arbeiten des Abrauchens und Mattirens vorgenommen wer-, sodaß die aufsteigenden Dämpfe und Gase sogleich und vollständig fortgerissen wer-ohne in den Arbeitsraum treten zu können.

Bemerkt muß werden, daß Gold in der Asche des Abrauchofens und des Mattir-s, im Kehricht von den Arbeitstischen und dem Fußboden der Werkstätte, in der ssigkeit und dem Bodensatze der Mattirtonne (S. 452), in den alten Kratzbürsten und em Schmutze des Zubers, worin das Kratzen vorgenommen wird, endlich im Ruß den Schornsteinen — in nicht zu vernachlässigender Menge enthalten ist. Man ge-nt dasselbe durch angemessene Verfahrungsarten wieder, deren nähere Beschreibung h hier zu weit führen würde. Man kann nach bestimmten Erfahrungen annehmen, von 100 Theilen Gold, die im Amalgam zum Vergolden angewendet werden, nur 74 Theile wirklich auf die Ware gelangen, 22 Theile aus den Abfällen wieder ge-nen werden können, und 4 Theile gänzlich verloren gehen. Auf 1 □m Bronze-Ober-e wird durch die Feuervergoldung, nach deren geringerer oder größerer Stärke, 4,28 26 g Gold befestigt, wonach man die Dicke der Goldlage auf $^1/_{4520}$ bis $^1/_{750}$ mm zen kann.

Von alter vergoldeter Arbeit oder von Stücken, welche während des Vergoldens ver-ben werden, läßt sich das Gold auf verschiedene Weise gewinnen (absprengen). n bestreicht z. B. die Oberfläche 3mm dick mit einem Brei von 2 Theilen Schwefel, heil Salmiak und Essig, macht die Stücke rothglühend, löscht sie in mit Schwefel-e angesäuertem Wasser ab, worin man sie einige Stunden liegen läßt, und kratzt ndlich ab. Die sich ergebenden Schuppen (vorzüglich Schwefelkupfer mit Gold ver-gt) werden mit Salpeter und Borax in einem Tiegel geschmolzen. — Auch kann t die vergoldeten Waren in Quickwasser (S. 450) tauchen, bis sie von niedergeschla-m Quecksilber ganz weiß sind; das nun auf der Oberfläche sitzende Amalgam ab-ben und glühen, wobei kupferhaltiges Gold zurückbleibt.

Das Vorhandensein einer Vergoldung auf Messing, Tombak oder Bronze (sei sie Feuervergoldung oder anderer Art) wird dadurch leicht erkannt, daß durch Betupfen einer Kupferchlorid-Auflösung keine Veränderung entsteht; man kann auf diese Weise oldete Gegenstände sicher von unvergoldeten unterscheiden, auf welchen letzteren das ferchlorid einen schwarzen Fleck hervorbringt. Doch versteht es sich von selbst, daß etwa vorhandener Firniß vorher durch Abwaschen mit Terpentinöl und starkem Wein-entfernt werden muß, weil er eben so gut wie eine Vergoldung die Einwirkung Kupferchlorids verhindern würde.



b) Vergoldung des Kupfers. — Soll Kupfer vergoldet werden, so verf man ganz auf die nämliche Weise wie im Vorhergehenden vom Tombak und Me angegeben ist. Kupfer erfordert übrigens mehr Gold als die Bronze; auch nimm weniger leicht das Amalgam an.

c) Vergoldung auf Silber. — Das Verfahren dabei ist mit dem bei Bronzevergoldung übereinstimmend; nur ist beim Auftragen des Amalgams auf berwaren, welche über 0,750 fein sind, das Quickwasser (S. 450) entbehrlich und unnütz: ersteres, weil das Silber ohnehin leicht genug das Amalgam annim letzteres, weil vom Silber nicht so wie von der Bronze die Quecksilberauflösung ze und das Quecksilber derselben auf die Oberfläche der Arbeit niedergeschlagen w Dagegen gebraucht man auf Silber von 0,750 und weniger Feingehalt allerdi Quickwasser, weil es hier (wegen der vorhandenen größeren Menge Kupfer) Dienste thut. Es versteht sich von selbst, daß die zu vergoldenden Silberwaren rein und blank gemacht sein müssen, was man durch kurzes Sieden mit sehr dünnter Salpetersäure bewerkstelligt. — Soll die Vergoldung auf Silber matt blei so bedeckt man sie mit einem Brei von 8 Theilen Salmiak, 2 Th. Salpeter, 2 krystallisirtem Grünspan, 2 Th. Eisenvitriol, 1 Th. Kupfervitriol, der nöthigen M Essig und ein wenig Scheidewasser; läßt diesen Ueberzug auf Kohlenfeuer br werden; löscht dann die Stücke in Wasser ab und spült sie rein. Soll die Ver dung dagegen polirt werden (was mittelst des Blutsteines geschieht), so erhöht vorher die Farbe derselben durch Abbrennen mit Glühwachs, nach der (S. 452) schriebenen Weise.

Vergoldete Silberware führt den Namen Vermeil (vermeil); die Feuervergold auf Silber hat immer eine Farbe von ziemlich geringer Lebhaftigkeit. — Von altem goldeten Silber trennt man das Gold durch Uebergießen mit Königswasser, Abkr der Oberfläche und Auskochen des Abgekratzten mit Königswasser. Beide Portionen nigswasser enthalten das Gold aufgelöst, welches man darauf durch Eisenvitriol nie schlägt.

d) Vergoldung auf Eisen und Stahl. — Da das Eisen äußerst wenig gung besitzt, sich mit dem Quecksilber zu verbinden, so nimmt es auch das Goldamal direkt nicht an, und läßt sich folglich nicht ohne besondere Vorbereitung im Feuer golden. Man kann indessen auf Umwegen zum Ziele kommen: entweder indem das Eisen (den Stahl) auf nassem Wege dünn verkupfert (S. 446) und sogleich in W abspült, worauf es sich dann, wie Kupfer, mit Amalgam vergolden läßt; oder durch läufige nasse Amalgamirung der Oberfläche, worauf diese ebenfalls das Goldamal gut annimmt und also gleich Bronze oder Kupfer vergoldet werden kann. Von be Methoden wird kaum Gebrauch gemacht.

Die Vergoldung auf einer Kupferunterlage mißlingt leicht dadurch, daß letzter sammt dem Golde vom Eisen ablöst. — Die erwähnte nasse Amalgamirung wird folgende Weise bewerkstelligt: Man bringt in ein Porzellangefäß 24 Gewichttheile Q silber, 2 Zink, 4 Eisenvitriol, 24 Wasser und 3 Salzsäure von 1,2 spezif. Gewicht, die zu amalgamirenden Stücke von Schmiedeisen, Gußeisen oder Stahl hinein und er zum Kochen. In ganz kurzer Zeit überziehen sich die Gegenstände mit einer spiegelbla dünnen Quecksilberhaut.

2) **Kalte Vergoldung,** Vergoldung durch Anreiben (**dorure à froid,** rure au pouce, *cold gilding, gilding by the rag*). — Auf Kupfer, Messing, Tom Argentan und Silber anwendbar, und hauptsächlich bei letzterem gebräuchlich. löst reines Gold in Königswasser auf, so viel letzteres aufnehmen will; tränkt der Auflösung feine Leinwandlappen; zündet dieselben nach dem Trocknen an und sie zu Asche brennen. Der Goldzunder (**or en chiffons, or en drapeaux**), we man auf diese Weise gewinnt, enthält metallisches Gold in höchst feiner Zertheil Zur Bereitung desselben kann man sich statt der reinen Goldauflösung auch etwas kupferhaltigen bedienen, und man thut dies wohl mit der Absicht, der Ver dung mehr Röthe (Feuer) zu geben. So löst man z. B. 6 Theile feines Gold 1 Theil reines Kupfer in 16 Theilen Königswasser auf, und verfährt übrigens oben. — Um die Vergoldung zu bewerkstelligen, taucht man den Finger, besser

das etwas verkohlte (am Lichte angebrannte) und mit Wasser, Salzwasser oder Essig benetzte Ende eines Korkpfropfes in den Goldzunder, und reibt dann damit die zu vergoldende Metallfläche, welche vorher ganz blank gemacht sein muß. Wenn durch hinlänglich fortgesetztes Reiben die Vergoldung vollendet ist, gibt man ihr die Politur durch Reiben mit einem über den Kork gespannten weichen Leinwandläppchen, bei großen Arbeiten aber durch Blutsteine oder Polirstähle, die mit Seifenwasser benetzt werden. Man kann auch den Goldzunder mit Kochsalz und einer kleinen Menge Weinstein vermengen und dann damit wie bei der kalten Versilberung (S. 461) verfahren.

Die kalte Vergoldung ist viel weniger dauerhaft als die Feuervergoldung, weil das Gold nur leicht an der Metalloberfläche haftet; sie zeigt aber, insbesondere auf Silber, eine recht schöne Farbe, und übertrifft hier an Schönheit die Feuervergoldung: so, daß man öfters Silberwaren im Feuer nur sehr schwach vergoldet und dann eine kalte Vergoldung daraufsetzt. Man erreicht hierdurch den Vortheil der schönen Farbe, verbunden mit größerer Dauer, als die kalte Vergoldung (das Anreiben) allein gewähren kann.

3) **Nasse Vergoldung**[1]. — Man faßt unter diesem Namen diejenigen Verfahrungsarten zusammen, bei welchen das Gold in einer Auflösung angewendet wird. Dahin gehört:

a) Die nasse Vergoldung auf Kupfer, Messing und Tombak (dorure au trempé). — Man löst in Königswasser so viel feines Gold auf, als jenes aufzunehmen vermag, dunstet die Flüssigkeit in einer Porzellan-Schale bei gelinder Hitze zur Syrupsdicke ab und löst die beim Erkalten entstehende krystallisirte Masse in ziemlich viel Wasser wieder auf (z. B. auf 4 g Gold 1 bis 1,5 kg Wasser). Man gewinnt dadurch eine Flüssigkeit, mit welcher man kleine Gegenstände, als: Kettchen, Uhrschlüssel, Knöpfe, Ohr- und Fingerringe *rc.* bloß dadurch vergolden kann, daß man sie (nach vorausgegangenem Gelbbrennen, S. 408) wiederholt eintaucht, mit Weinstein abbürstet und in reinem warmen Wasser abspült, bis die Vergoldung stark genug ist. Nach dem letzten Spülen trocknet man die Stücke mit Sägespänen ab, und polirt sie nöthigenfalls mit dem Polirstahle oder mit der Kratzbürste. Diese Vergoldung fällt immer ziemlich bleich röthlich aus. — Ein weit besseres, immer gut gelingendes Verfahren ist das folgende: Man bereitet Königswasser durch Zusammenmischen von 64 g Salpetersäure (spezif. Gewicht 1,45), 56 g Salzsäure (sp. G. 1,15) und 44 g Wasser — oder 112 g Salpetersäure von 1,39, 48 g Salzsäure von 1,17 und 8 g Wasser — und löst darin durch Kochen 16 g feines Gold auf, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln, vermischt diese Flüssigkeit langsam (wegen des Aufbrausens) mit 1 kg doppeltkohlensaurem Kali, in 2 kg destillirten Wassers aufgelöst, läßt die Mischung in einer Porzellanschale kochen, und hängt die sorgsam gelbgebrannten Tombak-Gegenstände ½ bis 1 Minute lang hinein. Herausgezogen, werden dieselben sogleich in reinem Wasser abgespült und in Buchen-Sägespänen abgetrocknet. Sie erscheinen nun schön vergoldet und können nach Erforderniß mit Blutstein oder mit Polirstählen polirt werden. Legt man die vergoldeten Stücke in sehr verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Quickwasser) bis sie weiß geworden sind, und erhitzt sie dann vorsichtig zur Wegtreibung des Quecksilbers, so entsteht eine hellgelbe matte Oberfläche, die sich mit der gewöhnlichen Farbe aus Kochsalz, Salpeter und Alaun (S. 452) hochgelb färben läßt, wobei indessen die Einwirkung nicht zu lange dauern darf, weil sonst das Gold durch die Farbe weggenommen wird. — Der Vergoldungsflüssigkeit muß in dem Maße, wie sie während des Gebrauches einkocht, destillirtes Wasser zugesetzt werden. Wenn sie an Gold ziemlich erschöpft ist, verstärkt man sie wieder durch Zusatz von etwas Goldauflösung. — Messing, Kupfer, verkupferter Stahl, Weißblech, nehmen die Vergoldung gleich dem Tombak an; weniger leicht Silber und Argentan.

Die oben vorgeschriebene Menge des doppelt-kohlensauren Kali (welche wegen des hohen Preises in Betracht kommt) kann ohne Schaden vermindert werden, indem man

---

[1]) Schreiber, E. Die Vergoldungs- und Versilberungskunst durch Einlegen oder Anreiben. Weimar 1853.

nach folgender Vorschrift verfährt, die übrigens etwas mehr Arbeit verursacht: Man löst 15 g Gold in Königswasser auf, dampft bei gelinder Wärme die Auflösung bis zur Trockenheit, und bis der Rückstand röthlich zu werden anfängt, ab; löst das Goldsalz wieder in 3 kg destillirten Wassers auf; setzt 120 g doppelt-kohlensaures Kali zu, und verfährt weiter mit der Flüssigkeit wie oben. — Grüne Vergoldung kann man hervorbringen, indem man der Vergoldungsflüssigkeit eine angemessene Menge Auflösung von krystallisirtem salpetersauren Silberoxyd zusetzt. —

Man kann auf dem hier angezeigten Wege nur leichte (dünne) Vergoldungen zu Stande bringen, welche höchstens so stark sind wie die leichteste übliche Feuervergoldung. Bei eigens in dieser Hinsicht angestellten Versuchen ergab sich, daß die auf 1 □m Tombakfläche abgesetzte Goldmenge 2,73 bis 4,21 g betrug, was auf eine Dicke des Goldüberzuges = $^1/_{7100}$ bis $^1/_{4520}$ mm schließen läßt.

b) Die nasse Vergoldung auf Silber (griechische Vergoldung). — Die unter a (S. 455) zuerst beschriebene nasse Vergoldung mittelst einfacher Goldauflösung ist auf Silber nicht anwendbar, weil dieses sich in der Flüssigkeit mit Chlorsilber überzieht, wodurch die Anhaftung des Goldes verhindert wird. Um daher Silber naß zu vergolden (was jedoch selten geschieht), löst man Alembrothsalz (eine Verbindung von Quecksilberchlorid und Salmiak) in Scheidewasser, und in dieser Flüssigkeit Gold auf; dampft die Auflösung ab, bis sie anfängt etwas dick zu werden, und taucht nun das Silber hinein. Die Gegenwart des Quecksilbers verhindert die Bildung von Chlorsilber, und mithin kann sich das Gold fest auf die Oberfläche des Silbers niederschlagen. Das Alembrothsalz erhält man, wenn man gleiche Theile ätzenden Quecksilber-Sublimat und Salmiak in heißem Wasser auflöst und die Flüssigkeit bis zur Krystallisation abdampft.

c) Nasse Vergoldung auf Eisen und Stahl. — Kleine Stahlwaren, wie Scheren, chirurgische Instrumente, Näh- und Stricknadeln &c. werden öfters ganz oder theilweise vergoldet (z. B. die Nähnadeln an den Oehren, die Stricknadeln an den beiden Spitzen) und man bedient sich hierzu zum Theil des nachfolgenden Verfahrens. Man löst feines Gold in dem vierfachen Gewichte oder überhaupt in so wenig Königswasser auf, daß letzteres gesättigt wird und ein kleiner Rest Gold unaufgelöst bleibt. Zu der in einer Flasche befindlichen Goldauflösung fügt man die zweifache Menge (dem Raume nach) Schwefeläther, und schüttelt das Ganze gegen zehn Minuten lang. In der Ruhe sondert sich dann der Aether, der alles Goldsalz in sich aufgenommen hat, als eine gelbe Schichte oben ab, während man darunter eine wässerige, farblose Flüssigkeit findet. Man zieht oder gießt den goldhaltigen Aether in ein anderes Fläschchen ab, welches man wohlverstopft aufbewahrt. Die zu vergoldenden Stahlwaren werden, nachdem sie mit Polirroth und Weingeist polirt sind, in den Goldäther getaucht (oder mittelst des Pinsels damit bestrichen), in Wasser abgespült und gelinde erwärmt. Durch längeres Verweilen im Aether oder durch Wiederholung des Eintauchens oder Bestreichens wird die Vergoldung dicker. Dieselbe haftet noch fester, wenn die Stahlfläche in geringem Grade rauh ist. Man kann zu diesem Behufe den polirten Stahl durch Scheidewasser matt ätzen, dann wie vorhin angegeben behandeln und zuletzt mit dem Polirstahle überfahren. Von den nicht geätzten Stellen läßt sich das Gold leicht wegreiben und die Aethervergoldung ist überhaupt nicht dauerhaft. Weit mehr Empfehlung verdient die Vergoldung nach a) mittelst Goldauflösung und zweifach-kohlensaurem Kali, wozu die Gegenstände (aus Stahl, Schmied- und Gußeisen) vorläufig dünn überkupfert werden, S. 446, und die Vergoldungsflüssigkeit heiß, jedoch nicht kochend, in Anwendung kommt.

Eine sehr fest haftende Vergoldung auf Stahl soll erlangt werden, wenn man den wohl gereinigten Gegenstand mittelst eines Drahtes mit einem Stückchen Zink verbindet und beide zusammen in die mit Schwefelcyankalium versetzte Auflösung des Cyangoldes in Cyankalium einsenkt.

d) Vergoldung auf alle Metalle anwendbar, nachdem diese verzinkt worden sind: Man löst 10 Theile Gold in Königswasser, dampft zur Trockenheit ab, löst das Goldsalz wieder in 20 Theilen destillirten Wassers, setzt 60 Theile Cyankalium in 80 Th. destillirten Wassers gelöst zu, filtrirt und macht mit dieser Flüssigkeit ein inniges feinpulvriges Gemenge von 100 Th. Schlämmkreide und 5 Th. Weinstein zu Brei. Letzteren trägt man mittelst eines Pinsels auf die zu vergoldende Arbeit, welche hierauf gewaschen und abgebürstet wird. Es ist leicht, eine Fläche theilweise auf diese Art zu vergolden, während man andere Stellen daneben auf ähnliche Weise versilbert (S. 462, c).

e) Nasse Vergoldung auf Aluminium. Man löst 8g Gold in Königswasser auf, verdünnt die Lösung mit Wasser und läßt sie bis zum andern Tage mit einem kleinen Ueberschuß von Kalk digeriren. Der aus goldsaurem Kalk und überschüssigem Kalk gemengte Niederschlag wird gut ausgewaschen und bei gelinder Wärme mit der Lösung von 20g unterschwefeligsauren Natrons in 1kg Wasser behandelt. Die alsdann filtrirte Flüssigkeit vergoldet das hineingetauchte (vorläufig mit Aetzkalilauge, hierauf mit Salpetersäure abgebeizte und schließlich mit reinem Wasser gespülte) Aluminium ohne weitere Beihülfe.

f) Galvanische Vergoldung (dorure galvanique, *electro-gilding*)[1]. — Hat gegenwärtig wegen der Leichtigkeit ihrer Ausführung und der Möglichkeit, durch sie nach Belieben einen sehr dünnen (daher wohlfeilen) Goldüberzug auf Gegenständen von allen Metallen hervorzubringen, die allgemeinste Verbreitung erlangt. Das Wesentlichste in Betreff dieser Vergoldungsmethode ist S. 138 angedeutet, sofern man sich dabei des einfachen galvanoplastischen Apparates bedient. Zum Vergolden großer Gegenstände ist es jedoch erforderlich, oder wenigstens besser, eine galvanische Batterie zu gebrauchen, in welchem Falle die Anordnung derjenigen ganz ähnlich ist, deren bei Gelegenheit des Verkupferns am Schlusse gedacht wurde (S. 447); nur daß man statt des am Zinkpoldrahte angebrachten Kupferbleches sich eines Goldbleches (z. B. eines dünn ausgewalzten Dukatens) bedient. Von diesem Bleche löst sich in dem Maße in der Vergoldungsflüssigkeit auf, als diese Gold an das zu vergoldende Stück abgibt, sodaß die Flüssigkeit stets in unveränderter Stärke bleibt, während dagegen im einfachen galvanoplastischen Apparate ihr Goldgehalt nach und nach abnimmt.

Die Vergoldungsflüssigkeit bereitet man nach verschiedenen Vorschriften, wovon folgende zwei als bewährt beispielsweise angeführt werden: a) Man löst 3,5g Gold (einen Dukaten) in etwa 50g Königswasser auf, verdampft die Lösung bis sie anfängt eine schön dunkel-gelbrothe Farbe anzunehmen, löst die unter Umrühren erkaltete Masse in wenig Regenwasser wieder auf (wobei aus der Porzellanschale alles herausgespült wird) und filtrirt die goldgelbe Flüssigkeit. Man löst ferner 120g gelbes Cyaneisenkalium (gewöhnliches Blutlaugensalz) und 15g krystallisirtes kohlensaures Natron in 1,25kg Regenwasser, bringt die Auflösung in einer Porzellanschale zum Kochen und setzt nun die vorerwähnte Goldlösung hinzu. Sobald der dabei entstehende schmutzig grünlichbraune Niederschlag rein rostbraun geworden, nimmt man die Schale vom Feuer, läßt erkalten und filtrirt durch weißes Löschpapier. Die klare goldgelbe Flüssigkeit kann sogleich angewendet oder zu künftigem Gebrauch in gut verstopften gläsernen Flaschen aufbewahrt werden. Ist sie durch fortgesetztes Vergolden ziemlich erschöpft, so kann man neuerdings die Goldauflösung von einem Dukaten zusetzen, mit 15g kohlensaurem Natron aufkochen und filtriren. — b) Das aus 1 Theil Gold durch Auflösen in Königswasser und Abdampfen bereitete Goldchlorid wird in einer wässerigen Flüssigkeit aufgelöst, welche 12 Th. Blutlaugensalz und 3 Th. Aetzkali enthält, das Gemisch eine halbe Stunde lang gekocht, filtrirt und mit so viel destillirtem Wasser verdünnt, daß es 120 Theile wiegt.

Der zu vergoldende Gegenstand muß vorläufig rein blank gemacht und von Schmutz, Fett rc. gereinigt sein, daher auch nur mit nassen Fingern angefaßt werden. Man hängt ihn an einem Platin- oder vergoldeten Kupferdrahte in die im Apparate befindliche Vergoldungsflüssigkeit, welche schneller wirkt, wenn sie auf etwa 36° C. erwärmt ist (was jedoch keineswegs erfordert wird). Nach 1 bis 2 Minuten ist er schon mit einer dünnen Goldhaut bekleidet; man nimmt ihn nun heraus, spült ihn mit Regenwasser, reibt ihn mittelst einer kleinen Bürste mit feingepulvertem Weinstein und Wasser ab, spült abermals in reichlichem Wasser, trocknet ihn mit einem reinen

[1] Die galvanische Vergoldung, Versilberung rc. Von L. Elsner. 2. Aufl. Leipzig 1851. — Handbuch der Galvanoplastik oder der hydroelektrischen Metall-Ueberziehung. Nach dem Französ. des A. Roseleur von H. Willich und G. Kaselowsky. Stuttgart 1862. Eine Menge zerstreuter Artikel im Polyt. Journ., Polyt. Centr., Berliner Verhandlungen, Berliner Gewerbeblatt rc., seit 1840.

Leinwandläppchen und hängt ihn wieder in den Apparat. Von 2 zu 2 Minuten wird diese Behandlung wiederholt, bis die Vergoldung stark genug ist.

Gegenstände, welche vor dem Vergolden polirt waren, erscheinen auch nachher glänzend; solche, welche matt gewesen sind, bekommen eine matte Vergoldung, und in beiden Fällen ist der Goldüberzug so schön, daß kein Färben (S. 452) oder Glühwachsen (S. 452) erfordert wird. Um eine röthliche Vergoldung zu erlangen, löst man mit dem Golde etwas Kupfer in Königswasser auf und verfährt übrigens wie oben angezeigt. Für grüne Vergoldung bereitet man eine eigene Goldflüssigkeit, welche mit Silber versetzt wird; endlich erhält man durch Vergoldungsflüssigkeiten, in welchen Silber und Kupfer zugleich enthalten sind, hell röthlichgelbe Vergoldungen. — Soll ein Gegenstand nur theilweise vergoldet werden, so schützt man alle frei zu haltenden Stellen durch Bekleidung mit einem Deckgrunde, der nach folgender Vorschrift zu bereiten ist: Man schmelzt 2 Theile Asphalt (Judenpech) und 1 Th. gepulvertes Mastix bei gelinder Wärme unter Umrühren so lange, bis die Mischung ein gleichförmiges Ansehen hat; dieselbe wird sodann auf ein kaltes Kupferblech ausgegossen und in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt. Um damit zu decken, wird die erforderliche Menge Deckgrund bei gelinder Wärme in Terpentinöl zur Syrups-Konsistenz aufgelöst, diese Auflösung mittelst eines weichen Pinsels aufgestrichen und der Gegenstand gelinde erhitzt, um das Terpentinöl abzudunsten. Nach erfolgter Vergoldung kann der Deckgrund durch schwaches Bürsten, ohne anderes Hülfsmittel, wieder entfernt werden. — Hierher gehören auch die galvanischen Inkrustationen, durch welche man z. B. auf Bronze die Gold- (oder durch Silber die Silber-) Einlegungen nachahmt. Eine beliebige Zeichnung wird auf dem zu inkrustirenden Gegenstande mit Bleiweiß-Wasserfarbe angelegt; alle hiervon frei gebliebenen Theile der Oberfläche aber werden mit dem vorstehend erwähnten Deckgrunde überzogen; dann entfernt man durch Eintauchen in stark verdünnte Salpetersäure das Bleiweiß und läßt die Stellen auf geringe Tiefe ausätzen, endlich schlägt man darauf Gold (oder Silber) nieder, bis die Vertiefungen ausgefüllt sind. Nach Entfernung des Deckgrundes werden die Gegenstände polirt.

Kupfer, Messing, Tombak, Glockenbronze, Argentan, Zinn, Zink, Guß- und Schmiedeeisen, Stahl, Silber (fein und legirt), Platin, ja feines sowohl als legirtes Gold selbst, sind auf galvanischem Wege gut und schön zu vergolden. Die Vergoldung des Goldes kommt mit Vortheil in solchen Fällen zur Anwendung, wo dasselbe sehr geringhaltig ist, oder wo man durch galvanische Vergoldung das sonst übliche Färben der Goldwaren ersetzen will (S. 452). — Messingene Uhrbestandtheile pflegt man in den Schweizerfabriken kalt (durch Anreiben) zu versilbern oder zu vergolden — S. 461, 454 — bevor man sie der galvanischen Vergoldung unterwirft.

Die Menge des auf den Gegenständen abgesetzten Goldes steht genau in dem Verhältnisse der Zeit, während welcher die Vergoldungsflüssigkeit eingewirkt hat; d. i. in 4, 6, 8, 10 Minuten z. B. wird 2, 3, 4, 5 Mal so viel Gold abgelagert, als in zwei Minuten. Hierdurch ist ein einfaches Mittel gegeben, um auf Grund eines (mit dem nämlichen Apparate unter ganz gleichen Umständen angestellten) Probeversuches die Stärke der Vergoldung zu reguliren. Das direkteste und sicherste Verfahren, sich genaue Rechenschaft über die verwendete Goldmenge zu geben, besteht aber im Wägen der Stücke vor und nach dem Vergolden, was ohne Störung des Arbeitsganges geschehen kann, da man sie ohnehin öfters aus der Flüssigkeit herausnehmen muß (s. oben). Es ist ein großer Vorzug der galvanischen Vergoldung, daß man ihr jeden Grad der Stärke nach Belieben zu geben vermag: einerseits eine so geringe Dicke wie nach keiner andern Methode; andererseits die Stärke der besten Feuervergoldung. Bei deshalb angestellten Versuchen hat man auf 1 □ᵐ von 1,76 bis 37,79 g Gold angebracht; die Dicke des Ueberzuges berechnet sich, ungefähr, für den erstern Fall zu $^1/_{10930}$ und für den letztern Fall zu $^1/_{500}$ mm.

Die galvanischen Goldüberzüge sind dichter als die durch Feuervergoldung erzeugten, sie scheinen aber im Ganzen genommen etwas weniger fest zu haften, wiewohl zu einem ganz sichern Urtheile in letzterer Beziehung sorgfältige vergleichende Versuche mit ganz übereinstimmenden Vergoldungen beider Art nöthig wären, welche noch fehlen. Behandelt man vergoldete Gegenstände in der Kälte oder bei gelinder Wärme in verdünnter Salpetersäure, so löst sich das Gold (wenn die Einwirkung nicht zu heftig gewesen ist) immer in Gestalt kleiner Blättchen von dem Silber, Kupfer, Tombak ꝛc. ab. Diese Blättchen sind auf beiden Seiten goldgelb, wenn die Vergoldung eine galvanische (oder sonst auf nassem Wege erzeugte), dagegen auf der innern Seite mehr oder weniger dunkel gefärbt, wenn sie Feuervergoldung mittelst Quecksilber gewesen ist.

g) Kontakt-Vergoldung. Diesen Namen hat eine Abänderung des galvanischen Vergoldungsverfahrens bekommen, bei welcher zwar ebenfalls eine schwache Elektrizitäts-Erregung dem Erfolge zu Grunde liegt, die aber ohne einen besonderen Apparat auf folgende einfache Weise ausgeführt wird: Man löst 1 Theil Goldchlorid (durch Auflösen des Goldes in Königswasser und Eindampfen zur Trockenheit bereitet), 6 Theile gelbes Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz), 4 Theile kohlensaures Kali (gereinigte Pottasche) und 6 Theile Kochsalz in 50 Theilen Wasser auf, läßt aufkochen und filtrirt; oder setzt der galvanischen Vergoldungsflüssigkeit (S. 457) auf jedes Pfund 70 bis 90 g Kochsalz zu. Die eine oder die andere Flüssigkeit bringt man in ein glasirtes gußeisernes Gefäß, worin sie erwärmt, auch wohl (um schneller zu arbeiten) kochend gemacht wird; dann hängt man den zu vergoldenden Gegenstand hinein und taucht überdies ein Stück Zink in die Flüssigkeit, welches unterhalb deren Oberfläche den Gegenstand berührt. Die Vergoldung erfolgt dann ohne weiteres Zuthun. Hat man ein Gefäß nur auf der Innenseite zu vergolden, so wird es mit der Flüssigkeit gefüllt und ein Zinkstäbchen hineingestellt.

4) **Vergoldung mit Blattgold** (dorure avec de l'or en feuilles, *burnished gilding*). — Sie kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden, und ist auf Eisen, Stahl, Kupfer, Messing 2c. anwendbar, wird jedoch meist nur auf Eisen- und Stahlwaren gebraucht, z. B. auf Säbel- und Degenklingen, Gewehrläufen 2c. Das gewöhnliche Verfahren ist folgendes: Man erhitzt das ganz blanke und an den Stellen, welche vergoldet werden sollen, durch Scheidewasser matt geätzte Arbeitstück, bis es blau anläuft (bleuir); legt das Blattgold (S. 165) auf, breitet es mittelst Baumwolle aus, und überfährt es leicht mit dem Polirstahle (ravaler). Auf diese erste Schicht kommt eine zweite, dann eine dritte, wohl auch noch eine vierte, jede aus einem Blättchen, bei besseren Arbeiten aus zwei Blättchen Gold bestehend. Nach jeder Schicht bewirkt man die Anhaftung des Goldes durch Reiben mit dem Polirstahle, worauf man von Neuem erhitzt (recuire), um sogleich die folgende Lage aufzutragen. Nach der letzten Schicht gibt man durch stärkere Anwendung des Polirstahles den nöthigen Glanz. Man kann auf diese Weise beliebige Zeichnungen durch die Vergoldung hervorbringen, welche sich auf dem blauen Grunde sehr schön darstellen. Die sogenannte rauhe Vergoldung (or haché) unterscheidet sich von der eben beschriebenen nur durch zwei Umstände: 1) daß man die zu vergoldende Fläche mit einer kurzen und breiten Messerklinge (couteau à hacher) nach allen Richtungen ritzt, um sie rauh zu machen, wodurch das Gold fester haftet; 2) daß man wohl zehn bis zwölf Lagen, jede zwei Goldblättchen stark, über einander aufträgt, theils um die Vergoldung an sich schöner, theils um die Ritzen (hachures) völlig unsichtbar zu machen. Die Zubereitung der Stangen, woraus der vergoldete Silberdraht gezogen wird (S. 212), muß der Aehnlichkeit wegen hier erwähnt werden.

Wie man aus den zwei angegebenen Verfahrungsarten ersieht, ist ein Zwischenmittel zur Befestigung des Goldes nicht nothwendig. Gleichwohl bedient man sich öfters auch folgender Methode: Die zu vergoldenden, schon vorher ganz blank gemachten Stellen werden mit Bernsteinfirniß so dünn und gleichmäßig wie möglich mittelst eines Pinsels bestrichen. Nachdem der Firniß in einem warmen Zimmer so weit getrocknet ist, daß er nur noch sehr wenig klebt, legt man auf denselben das Blattgold in einer Schicht von mehreren Blättchen; drückt es mit Baumwolle an, erhitzt den Gegenstand über Kohlenfeuer oder auf andere angemessene Weise bis zum Blauanlaufen; wischt das Gold an den Stellen, wo es über die Umrisse der Zeichnung hinausragt, weg, und polirt endlich mit dem Polirstahle. — Eine matte Vergoldung auf Eisen, Blei 2c. bei Thor- und Balkon-Gittern u. dgl. bringt man dadurch hervor, daß man auf die Oelfarbe, womit solche Gegenstände bestrichen werden, bevor sie ganz getrocknet ist, das Blattgold auflegt und mittelst Baumwolle andrückt. Nach dem völligen Trocknen der Farbe ist es sehr fest und dauerhaft angeklebt. — Glänzende Vergoldung auf glatten Flächen (z. B. von Zink gegossenen Buchstaben) ist darzustellen, indem man dieselben polirt, dann mit einem sehr zähen (fadenziehenden) Leinölfirniß bestreicht, diesen mit einem sei-

denen Lappen oder Baumwolle wieder abwischt, daß nur ein Hauch davon zurückbleibt; dann mittelst eines Pinsels die Goldblätter auflegt und zum Schl[illegible]ß mit dem Blutsteine polirt.

XVIII. Versilbern (argenter, argenture, *silver[illegible]ng).*

Die Metalle, auf welchen Versilberung gewöhnlich angel[illegible]racht wird, sind: Kupfer, Messing und Tombak. Es versteht sich, daß dieselben vor[illegible]er mit verdünnter Schwefelsäure oder mit Salpetersäure rein abgebeizt sein müssen. Mit wenigen Ausnahmen sind die Grundverfahrungsarten, welche beim Vergolden [illegible]ngewendet werden, ebenfalls zum Versilbern brauchbar; man unterscheidet demnach [illegible]uch hier die vier Hauptmethoden.

1) **Feuerversilberung,** heiße Versilberung (argenture au feu). — Sie geschieht entweder mit fertigem Silberamalgam; oder mit einer Mischur[illegible]g, aus welcher sich beim Auftragen auf die Ware erst Amalgam erzeugt; oder endlich g[illegible]nz ohne Amalgam.

a) Um mit fertigem Amalgam zu versilbern, wird ganz wie [illegible]ei der Feuervergoldung (S. 449) verfahren, indem man durch Erhitzen des zerkleinerten feinen Silbers mit Quecksilber das Amalgam darstellt, dieses mit Hülfe von Quickwasser aufträgt, über Kohlenfeuer das Quecksilber abraucht, endlich die Versilberung mit de[illegible]n Blutsteine polirt, in so fern dies verlangt wird.

b) Um nach der zweiten Art zu versilbern, verschafft man sich [illegible]eines Silberpulver, indem man das in Salpetersäure aufgelöste Silber durch hineingestelltes blankes Kupferblech niederschlägt; vermengt 4 Theile dieses mit reinem Wasser geh[illegible]rig ausgewaschenen Silbers mit 1 Th. ätzenden Quecksilber-Sublimates, 16 Th. Salmiak, 16 Th. Kochsalz und reibt das Ganze mit Wasser zu einem Brei, trägt letztern durch Reibung auf die zu versilbernde Metallfläche, spült mit reinem Wasser ab, trocknet und erhitzt auf Kohlen zum schwachen Rothglühen.

Bei dem Aufreiben des Breies auf das Metall wird durch letzteres das Quecksilber-Sublimat zersetzt und aus demselben Quecksilber abgeschieden, welches sich mit dem Silberpulver verbindet und als Amalgam die Ware überzieht. Durch das nachherige Erhitzen wird das Quecksilber als Dampf weggetrieben. — Statt metallischen Silberpulvers kann auch Chlorsilber angewendet werden, welches man als einen weißen (am Lichte violett werdenden) Niederschlag erhält, wenn der Auflösung des Silbers in Salpetersäure Kochsalz zugemischt wird. Vorschriften für diesen Fall sind folgende: 8 Theile Chlorsilber, 30 Th. Glasgalle, 30 Th. Salmiak, 30 Th. Kochsalz, 3 Th. Quecksilber-Sublimat; — 2 Theile Chlorsilber, 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Quecksilber-Sublimat. Das Verfahren ist übrigens wie oben. Das Chlorsilber wird von dem in der nassen Mengung befindlichen Kochsalze aufgelöst und durch das zu versilbernde Metall unter Abscheidung des Silbers zersetzt, welches sich nun mit dem Quecksilber aus dem Sublimate amalgamirt.

c) Ganz ohne Zwischenkunft von Quecksilber geschieht die Versilberung ebenfalls mittelst Chlorsilber, in welchem Falle denn der Erfolg wesentlich ganz darauf beruht, daß durch Einwirkung des zu versilbernden Metalles das Chlorsilber zersetzt, dessen Silbergehalt abgeschieden und durch die Hitze auf der Metallfläche befestigt wird. Die Mischung der Materialien zu dieser Versilberung wird ziemlich mannigfaltig abgeändert, und ebenso erleidet das Verfahren einige Modifikationen. Man löst z. B. 50 g feines Silber (oder so viel legirtes Silber, daß dessen Feingehalt 50 g beträgt) in der nöthigen Menge Scheidewasser auf und schlägt es durch Zusatz von Kochsalz (wovon nahe an 33 g, in Wasser aufgelöst, erfordert wird) in Gestalt von Chlorsilber daraus nieder. Letzteres wird mit reinem Wasser ausgewaschen. Dann zerstößt man 200 g Salmiak, 200 g Glasgalle und 200 g Kochsalz zu Pulver und reibt dieselben nebst dem Chlorsilber und dem erforderlichen Wasser auf dem Reibsteine zu einem Brei. Von diesem gibt man eine hinreichende Menge zu den Waren, welche versilbert werden sollen, in ein irdenes oder porzellanenes Gefäß und rührt darin mit einem Pinsel um, bis die Gegenstände ganz mit dem Brei überzogen sind, worauf man sie behutsam herausnimmt, auf einem Kupferbleche bis zum Schmelzen der salzigen Bestandtheile des Breies erhitzt, in Wasser ablöscht und endlich mit Weinsteinauflösung abbürstet oder in einem Fasse scheuert. Diese Versilberung muß zwei Mal oder noch öfter wiederholt werden, um die gehörige Stärke zu erlangen.

Alle bisher (unter a, b, c) beschriebenen Arten der heißen Versilberung zeigen den Fehler, daß die Silberlage — besonders wenn sie einigermaßen dick ist — oftmals beim Poliren aufsteigt, d. h. unter dem gleitenden Drucke des Polirstahles oder Blutsteines sich vom Metalle ablöst und Blasen bildet. Eine diesem Fehler nicht unterworfene Methode ist folgende, welche überhaupt eine sehr feste und dauerhafte Versilberung gibt: Man befeuchtet die zu versilbernde Ware mit schwacher Kochsalzauflösung und bestreut sie durch ein feines Sieb mit einem pulverigen Gemenge von 1 Theile gefällten Silbers (durch Kupfer aus der Silberauflösung abgeschieden, S. 460), 1 Th. Chlorsilber und 2 Th. gebrannten Borax. Die Stücke mit dem darauf angeklebten Pulver werden nun auf Kohlen rothglühend gemacht, in kochendes Wasser getaucht, worin etwas Weinstein aufgelöst ist, und mit der Kratzbürste gereinigt. Durch diese erste Behandlung hat sich eine Silberdecke gebildet, welche mit dem Metalle wirklich zusammengeschmolzen und in dasselbe eingedrungen ist (daher man sie mit dem Namen Schmelzsilber zu bezeichnen pflegt). Um aber die Versilberung zu verstärken, vermengt man das vorhin zum Bestreuen angewendete Pulver mit gleichen Theilen Salmiak, Kochsalz, Zinkvitriol und Glasgalle, reibt alles mit Wasser auf dem Reibsteine zu einem Brei, streicht diesen mittelst eines Pinsels recht gleichmäßig auf die Ware, macht letztere kirschrothglühend, löscht sie in siedendem Wasser ab und reinigt sie mit der Kratzbürste in kaltem Wasser. Diese zweite Versilberung wird allenfalls noch zwei oder drei Mal wiederholt. Die Stücke sind nach ihrer Vollendung matt, ja gewöhnlich so rauh, daß, um ihnen regelmäßigen Glanz zu ertheilen, das Poliren mit Stahl oder Blutstein nicht genügt, sondern diesem ein Abschleifen mit feinem Bimssteinpulver vorausgehen muß. Da überdies das Verfahren viel Silber in Anspruch nimmt, so ist es jetzt außer Gebrauch gekommen, wie die anderen Arten der Feuerversilberung.

2) **Kalte Versilberung** (argenture à froid, argenture au pouce). — Man bedient sich ihrer gewöhnlich, um Thermometer- und Barometer-Skalen, Zifferblättern und manchen kleinen Gegenständen auf eine wohlfeile aber keineswegs dauerhafte Art das silberähnliche Ansehen zu geben; auch werden wohl Arbeiten, welche bereits im Feuer versilbert sind, noch überdies kalt versilbert. Weil die kalte Versilberung durch Reiben des Metalles mit gewissen Silberpräparaten vollbracht wird, so führt das Verfahren den Namen des Anreibens; es gibt aber mehrere Arten hiervon. a) Mit 1 Theile gefällten, wohl ausgewaschenen und getrockneten Silberpulvers (S. 460) reibt man 2 Th. Weinstein und 2 Th. Kochsalz in einer Schale oder auf dem Reibsteine zusammen, wobei man zuletzt etwas Wasser zusetzt, um einen ziemlich dünnen Brei zu bilden. Man nimmt ferner mit dem Finger, der in ein Läppchen feiner und dichter Leinwand gehüllt ist, oder mit einer Bürste etwas von dem Brei auf und reibt damit anhaltend die Messing- oder Kupferfläche, bis dieselbe hinlänglich versilbert erscheint, spült das Stück in warmem Wasser gut ab und trocknet es durch Abwischen, zuletzt aber durch gelinde Erwärmung. — b) Man vermengt und reibt zum feinsten Pulver: 3 Theile Chlorsilber, 6 Th. Pottasche, 2 Th. geschlämmte Kreide, 3 Th. Kochsalz; — oder auch nur 1 Chlorsilber, 6 Kochsalz, 6 Weinstein; — nimmt etwas davon auf einen mit Wasser benetzten Kork und reibt damit anhaltend das Metall, welches dann abgespült und getrocknet wird. Das Chlorsilber wird auch hier durch das versilberte Metall selbst zersetzt, wie bei der heißen Versilberung (S. 460). — c) Das aus 1 Theile feinen Silbers (durch Auflösung in Scheidewasser und Zusatz von Kochsalz) gewonnene Chlorsilber wird mit 4 Th. Weinstein, 4 Th. Kochsalz und der nöthigen Menge Wasser zu einem Brei zerrieben. Die bereits im Feuer versilberten und gut gereinigten Gegenstände werden mit dem Brei überpinselt, in Wasser abgespült, mit fein gepulvertem Weinstein abgebürstet, endlich polirt. — d) Man zerreibt aufs feinste und vermengt sehr genau 1 Theil salpetersaures Silberoxyd mit 3 Th. Cyankalium und 3 Th. geschlämmter Kreide, nimmt ein wenig von diesem Pulver auf ein nasses wollenes Läppchen und reibt es auf das gereinigte Metall (Kupfer, Messing, Tombak, Argentan) auf, wäscht letzteres sogleich mit reinem Wasser und trocknet es an Leinwand ab. Diese Versilberung ist von sehr schöner Farbe und kann stets in gutem Zustande erhalten werden, indem man statt des Putzens mit Kreide oder dergl. immer nur das Reiben mit dem gedachten Pulver (einschließlich Spülens und Abtrocknens) anwendet.

Hier kann auch der falschen Versilberung gedacht werden, durch welche man dem Kupfer und Messing ohne Silber ein, freilich sehr vergängliches, silberartiges Aussehen verleihen kann. Man schmelzt 1 Theil reines Zinn mit 1 Th. Wismuth zusammen, rührt 1 Th. Quecksilber hinein und gießt das Ganze auf eine Steinplatte aus. Nach dem Erkalten zerstößt man dieses Gemisch, beutelt es durch das feinste Sieb und vermengt es mit $1\frac{1}{2}$ Theilen fein gepulverter, ebenfalls durchgesiebter Kreide. Um davon Gebrauch zu machen, reibt man dieses Pulver mit einem Lappen auf die blanke Messingfläche. — Etwas besser und dauerhafter wird die falsche Versilberung, wenn man ihr eine gewisse Menge Silber zusetzt, wie z. B. nach folgender Anweisung: In einer Reibschale amalgamirt man 1 Theil zerschnittene Zinnfolie mit 2 Th. Quecksilber; dann fügt man, unter fortgesetztem Reiben, 1 Th. gefälltes Silber (S. 460) hinzu und vermengt endlich das Ganze mit 6 Th. geschlämmter Knochenasche. Wird etwas von dieser Masse mit einem feuchten Lappen auf blankes Kupfer oder Messing gerieben, so erfolgt schnell die Versilberung, welcher man durch Reiben mit einem trockenen Tuche Glanz gibt. Die Arbeit wird beschleunigt, wenn man die Ware vor der Versilberung in eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd taucht und dadurch oberflächlich amalgamirt.

3) **Nasse Versilberung.** — a) Silbersud. 5 Theile (auch weniger) Chlorsilber werden durch Kochen mit 16 Th. Kochsalz, 16 Th. Weinstein und der nöthigen Menge Wasser in einem glasirten gußeisernen Kessel aufgelöst; in die kochende Flüssigkeit bringt man die zu versilbernden Gegenstände, welche nach etwa einer Viertelstunde mit dem aus dem Chlorsilber abgeschiedenen Silber bedeckt erscheinen, abgespült und getrocknet werden. — Oder: Gleich viel raffinirter Weinstein und Kochsalz werden durch Kochen in Wasser aufgelöst. Daneben löst man Salmiak bis zur Sättigung in Wasser und in dieser Flüssigkeit Chlorsilber, setzt hiervon eine geringe Menge zu der erstlich erwähnten Auflösung und kocht in dem Gemische die Gegenstände, welche hierauf mit Weinsteinpulver naß abgebürstet, in reinem Wasser gespült, endlich abgetrocknet werden.

b) Auch dadurch, daß man die kupfernen oder messingenen Waren mit Quickwasser (S. 450) bestreicht, dann in salpetersaure Silberauflösung taucht und endlich glüht, entsteht eine Versilberung. Dieses Verfahren nähert sich der Feuerversilberung mit Silberamalgam; denn es erzeugt sich in gewissem Maße ein solches Amalgam durch Verbindung des vom Quickwasser zurückgelassenen Quecksilbers mit dem aus der Auflösung gefällten Silber, worauf durch das Glühen das Quecksilber fortgetrieben wird. Jedoch läßt sich ohne Beihülfe des Quecksilbers ebenfalls versilbern, indem man 1 Theil Silber in 5 bis 6 Th. Salpetersäure vom spezif. Gewichte 1,25 auflöst, die Auflösung mit der 64fachen Raummenge Wasser verdünnt, die polirten, ganz von Fett und Schmutz freien Kupfer- oder Messing-Stücke eine halbe Minute lang eintaucht, sie in Wasser abspült, abtrocknet, mit geschlämmter Kreide abreibt, und diese ganze Behandlung (Eintauchen, Spülen rc.) acht bis zehn Mal wiederholt.

c) Zu einer Lösung von 1 Th. fein Silber in 2 Th. Salpetersäure gießt man die Lösung von 9 Th. Cyankalium in 112 Th. Wasser, mischt, fügt 2 Th. fein gepulverte Schlämmkreide bei und bewahrt diese Versilberungsflüssigkeit (eau argentine, *argentine water*) vor Licht geschützt, also am besten in einer Flasche von dunkelblauem oder schwarzem Glase. Die zu versilbernden Artikel werden in ein Bad aus 1 Th. der wohl umgeschüttelten Flüssigkeit und 1 bis 2 Th. Wasser getaucht oder damit bestrichen und mit trockener Schlämmkreide abgerieben.

d) Eisen, nachdem es vorläufig auf irgend eine Weise verkupfert ist, wird durch einen Draht mit einem Zinkblech verbunden, welches durch Aufreiben von salpetersaurer Quecksilberoxydlösung amalgamirt ist; beides zusammen taucht man dann in eine aus 9 Th. Cyankalium, 1 Th. krystall. salpetersaurem Silberoxyd und 100 Th. Wasser bereitete Versilberungs-Flüssigkeit.

e) Auf vorläufig verzinkten Metallgegenständen ist mit Leichtigkeit nach folgender Weise zu versilbern: Man löst 10 Theile salpetersaures Silberoxyd und 25 Th. Cyankalium jedes in 50 Th. destillirten Wassers, mischt beide Flüssigkeiten und filtrirt. Daneben mengt man 100 Th. gesiebte Schlämmkreide mit 10 Th. gepulvertem Weinstein und 1 Th. Quecksilber. Mit diesem Pulver und der Silberauflösung verfährt man ebenso wie mit den Materialien zu der analogen Vergoldung (S. 456, d).

4) Galvanische Versilberung (argenture galvanique, *electro-plating*), die gegenwärtig fast ausschließlich angewendete Art des Versilberns, wird auf dieselbe Weise wie die galvanische Vergoldung (S. 457) bewerkstelligt, nur daß statt der goldhaltigen Flüssigkeit eine silberhaltige in Anwendung kommt. Unter den verschiedenen

desfalls empfohlenen Zubereitungen sind folgende anzuführen: 1) Man bringt das aus 16 g zwölflöthigen (oder 12 g feinen) Silbers durch Auflösen in Salpetersäure und Niederschlagen mittelst Kochsalz bereitete, mit reinem Wasser gut ausgewaschene Chlorsilber noch feucht in eine Porzellanschale, gießt die Auflösung von 192 g gelbem Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) in 2,25 bis 2,5 kg Wasser darauf, fügt noch 128 g Salmiakgeist bei, kocht das Ganze unter Ersatz des verdampften Wassers mindestens eine Stunde lang, trennt den braunen Bodensatz durch Filtriren und verwendet die goldgelbe klare Flüssigkeit. — 2) Man löst 15 g krystallisirtes salpetersaures Silberoxyd in 0,5 bis 1,75 kg Wasser (bei viel Wasser erhält man glänzende, bei wenig Wasser matte Versilberung), und setzt eine in wenig Wasser bereitete Auflösung von 15 bis 30 g Cyankalium hinzu, so lange bis der anfangs entstandene weiße Niederschlag wieder verschwunden ist, filtrirt und bewahrt die wasserklare Flüssigkeit in gut verstopften Glasflaschen zum Gebrauch.

Die galvanische Versilberung ist auf Kupfer, Messing, Tombak, Glockenbronze, Argentan, Guß- und Schmiedeisen direkt mit gutem Erfolg ausführbar; auf polirtem Stahl und auf Zinn hält sie gewöhnlich nur dann fest, wenn man die Stücke vorher galvanisch überkupfert hat; der Stahl wird noch besser dadurch vorbereitet, daß man ihn in eine Flüssigkeit taucht, welche aus 1 Th. salpetersaurem Silber mit 60 Th. Wasser aufgelöst, 1 Th. salpetersaurem Quecksilberoxyd ebenfalls mit 60 Th. Wasser aufgelöst und 4 Th. Salpetersäure vom spez. Gew. 1,375 zusammengemischt ist. Nach dem Herausziehen wird der Stahl mit Leinwand abgewischt und sogleich in die Versilberungsflüssigkeit gebracht. Auf Gegenständen von legirtem Silber wird die galvanische Versilberung statt des sonst nöthigen Weißsiedens angewendet.

Galvanisch versilberte Gegenstände zeigen öfters den Fehler, nach einiger Zeit schmutzig gelb anzulaufen. Dieser Veränderung wird vorgebeugt, wenn man das frisch versilberte Stück in reichlichem Wasser spült, trocknet, in eine konzentrirte Boraxauflösung taucht oder mit Brei von Boraxpulver und Wasser bedeckt, auf Kohlen (jedoch nicht bis zum Glühen) erhitzt, in sehr verdünnter Schwefelsäure abbeizt, von Neuem spült, in Sägespänen abtrocknet und schließlich auf ein heißes Eisenblech legt. — Schon gelbgewordene Gegenstände erhalten ihre rein weiße Farbe wieder, wenn man (durch Erhitzen in einem Schmelztiegel) verkohlten Weinstein zu feinem Pulver zerreibt, mit Wasser zu einem dicken Brei anmacht, von letzterem auf das rein abgespülte versilberte Stück aufträgt, den Ueberzug über Kohlenfeuer trocknen läßt, den Gegenstand in Wasser mit Zusatz von etwas Weinstein erhitzt, in reinem Wasser sorgfältig spült, eine kleine Weile in kochendes Wasser hängt und an der Luft abtrocknen läßt. Ein sehr gutes Mittel zum Auffrischen angelaufener versilberter Gegenstände ist auch Cyankalium in Wasser aufgelöst.

Mittelst galvanischer Versilberung hat man auf 1 □m Metallfläche von 1,1 bis zu 22,86 und selbst 238,4 g Silber befestigt, dessen Dicke hiernach von $^1/_{9400}$ bis $^1/_{450}$ und beziehungsweise $^1/_{43}$ mm etwa betrug. Starke galvanische Versilberung (in England *electro-plated* genannt) wird auf Gegenstände von Argentan und Britannia-Metall in großer Ausdehnung angewendet, vergl. S. 56.

g) Kontakt-Versilberung wird mittelst einer silberhaltigen Auflösung auf dieselbe Weise vollführt, wie die Kontakt-Vergoldung (S. 459) in einer Goldauflösung. Die Versilberungsflüssigkeit bereitet man durch eine Stunde langes Kochen von 1 Chlorsilber, 5 Blutlaugensalz, 5 kohlensaurem Kali, 2 Kochsalz, 5 Salmiakgeist, mit 50 Wasser, wobei man das verdampfende Wasser ersetzt und zuletzt vom Bodensatze abgießt oder abfiltrirt. Beim Gebrauch wird dieselbe erwärmt.

Hierher gehört auch das Verfahren, abgeriebene Stellen von silberplattirter oder versilberter Ware dadurch auszubessern, daß man mittelst eines Pinsels die Versilberungsflüssigkeit thunlichst reichlich aufträgt und dann feines Zinkpulver darüber streut.

4) **Versilberung mit Blattsilber.** — Schon zur Zeit der allgemeinen Verbreitung des Plattirens (S. 158) sind die mit Blattsilber versilberten Kupferwaren, welche früher oft vorkamen, selten geworden. Auch Eisen wird nur in einzelnen Fällen versilbert. Das Verfahren stimmt mit dem überein, welches für die Vergoldung (S. 459) angegeben worden ist. Auch die rauhe Versilberung (Argent haché) wird wie die ähnliche Vergoldung hergestellt; man legt jedoch 30, 40, selbst 50 Silberblättchen (in Schichten von je 4 bis 6) über einander, um der Versilberung gehörige Stärke zu geben. — Die Versilberung der Drähte (S. 212) gehört hierher.

XIX. Verplatinen (Platiniren).

Eisen und Stahl können mittelst Aether und einer Auflösung des Platins in Königswasser ebenso verplatint werden, wie es für die ähnliche Art der Vergoldung (S. 455) angegeben ist. Es scheint jedoch nicht, daß hiervon je eine ernstliche Anwendung gemacht worden ist. — Polirter Stahl, polirtes Messing und Kupfer lassen sich auch dadurch mit Platin überziehen, daß man sie (nach Art der kalten Versilberung. S. 461) mit einem angefeuchteten Gemenge von Platin-Salmiak (S. 71) und Weinstein reibt. — Nasse Platinirung ist nach verschiedenen Methoden ausführbar: a) Platinsud. Man löst dünnes Blech oder feinen Draht von Platin in seinem vierfachen Gewichte Königswasser (aus 2 Th. Salzsäure vom spezif. Gewichte 1,113 und 1 Th. Salpetersäure von 1,312 bereitet) auf, bringt die Auflösung in einer Porzellanschale zum Sieden und setzt von aufgelöstem kohlensauren Natron vorsichtig und langsam gerade nur so viel zu, daß die Flüssigkeit schwach alkalisch reagirt und sich unbedeutend zu trüben anfängt. Zum Gebrauche verdünnt man die so bereitete Auflösung mit dem sechsfachen Volumen Wasser, erwärmt sie auf 50 bis 60° C., taucht die gut gereinigten und polirten Metallstücke einige Sekunden lang ein, spült dieselben in viel Wasser und reibt sie unverzüglich mit ganz trockenem weichen Leder ab. Polirtes Messing nimmt diese Platinirung am schönsten an; auf Kupfer, Stahl und Argentan gelingt sie auch gut; minder ist dies der Fall mit Eisen, Zink, Zinn, Blei, Silber. — b) Ein anderes Verfahren, durch welches Kupfer, Messing, Tombak spiegelblank platinirt werden: Man löst 1 Th. Platinsalmiak und 8 Th. gewöhnlichen Salmiak in einer Porzellanschale durch Kochen mit 32 bis 40 Th. destillirten Wassers auf und legt oder hängt in diese kochende Flüssigkeit die abgebeizten und blankgescheuerten Gegenstände, welche nach wenigen Sekunden wieder herausgenommen, mit geschlämmter Kreide geputzt, abgewaschen und getrocknet werden. — c) Auf folgende Weise können Eisen, Stahl, Kupfer, Messing ꝛc. ebenfalls sehr schnell mit einem dünnen Platinüberzug versehen werden: Man löst 1 Theil Platinchlorid und 1 Th. klaren Honig in 8 Th. destillirten Wassers, setzt dazu 6 Th. Weingeist und 2 Th. Aether und filtrirt durch weißes Filtrirpapier. Die Gegenstände werden sorgfältig gereinigt, gut getrocknet, über feiner Lampe (ohne deren Flamme zu berühren) bis nahe an die Rothgluth erhitzt und nun schnell in der Flüssigkeit untergetaucht. Gewöhnlich genügt es, sie eine Minute lang eingetaucht zu lassen; nöthigenfalls kann aber die Operation wiederholt werden, wozu dem neuen Erhitzen ein neues Waschen und Trocknen vorausgehen muß.

d) Galvanische Platinirung. In dem einfachen galvanoplastischen Apparate gelingt nur die Darstellung äußerst dünner Platinüberzüge, welche dem vorstehenden Platinsude an die Seite zu setzen sind. Stärkere Platinirung läßt sich mittelst einer galvanischen Batterie nach der Methode erreichen, welche rücksichtlich der Verkupferung, am Schlusse (S. 447), angegeben wurde, wobei statt des Kupferbleches am Zinkpoldrahte ein Platinblech angebracht wird. Das Platin lagert sich viel langsamer ab als Gold und Silber. Als Platinirungs-Flüssigkeit kann man eine mit etwas Salmiakgeist versetzte Auflösung von Platinsalmiak in heißem Wasser, oder eine Auflösung von Chlorkaliumplatin in starker Aetzkalilauge gebrauchen; desgleichen die durch Abdampfen konzentrirte Auflösung von 1 Theil Platin in Königswasser, welche mit Zusatz von 30 Th. Kochsalz und 125 Th. destillirten Wassers eine Stunde lang gekocht, dann filtrirt wird; ferner das kleesaure Platinoxydulkali, welches man erhält, wenn man das von 1 Th. Platin bereitete Platinchlorid in Wasser gelöst durch die Auflösung von 1 Th. Aetzkali fällt, 2 Th. in Wasser gelöste Kleesäure zusetzt und die ganze Mischung erhitzt, bis sie klar geworden und der körnige gelbe Niederschlag (Chlorplatinkalium) wieder verschwunden ist, endlich noch 3 Th. in Wasser gelöstes Aetzkali hinzufügt. — Auch nach dem Verfahren der Kontakt-Vergoldung (S. 459) geht die Platinirung gut von Statten, wenn man eine Auflösung von 1 Th.

Platinchlorid in 100 Th. Wasser mit 20 Th. Kochsalz und etwas Aetznatronlauge versetzt anwendet, einen messingenen oder kupfernen Gegenstand hineinlegt und innerhalb der Flüssigkeit mit einem Stücke Zink zur Berührung bringt.

Man kann auf galvanischem Wege mit 200mg Platin 1 □m Oberfläche gleichmäßig bedecken, was auf eine Dicke des Ueberzuges von nur etwa $^1/_{100000}$ mm schließen läßt! Dagegen hat man andererseits auf 1 □m 45,38 g Platin abgelagert, was eine Dicke des Ueberzuges = etwa $^1/_{450}$ mm ergibt.

XX. Irisiren (iriser).

Durch Erregung eines galvanisch-elektrischen Zustandes der Metalle innerhalb gewisser metallhaltiger Flüssigkeiten erfolgen, indem letztere eine chemische Zersetzung erfahren, die Ablagerungen von fest anhaftenden Metallüberzügen, welche im Vorausgegangenen als galvanische Verkupferung, Bronzirung, Vergoldung, Versilberung, Platinirung besprochen worden sind. Mittelst eines ganz ähnlichen Vorganges erlangt man zarte aber dennoch ziemlich dauerhafte Anflüge, welche mit den prachtvollsten Regenbogenfarben schillern und als Verzierung namentlich solcher Gegenstände aus Kupfer, Messing, Tombak rc. angewendet werden, welche vorher eine dünne galvanische Vergoldung empfangen haben. Diese galvanische Metallfärbung, Galvanochromie, Metallochromie (colorisation électro-chimique) erscheint z. B. mit grüner oder purpurrother Hauptfarbe, in welche ein schwächerer Schein von Nebenfarben (gelb, blau, violett, hellroth) hineinspielt. Das Verfahren zu ihrer Erzeugung ist kurz folgendes: Man füllt einen aus schwach gebranntem (porösem) Porzellan bestehenden Zylinder mit verdünnter Auflösung von Bleiglätte in Aetzkali, bringt den vergoldeten Gegenstand hinein und setzt den Zylinder in ein Glas, welches sehr verdünnte Salpetersäure enthält. In letztere taucht man ein Platinblech, welches mit dem negativen (Kupfer-) Pole einer schwachen galvanischen Batterie von konstanter Wirkung in leitender Verbindung steht. Den platinenen Schließungsdraht des positiven (Zink-) Poles nähert man alsdann (jedoch nicht bis zur Berührung) dem in der bleihaltigen Lösung befindlichen Gegenstande. Die Farben erscheinen und wechseln sehr schnell; sie rühren von Ablagerung einer äußerst dünnen aber fest anhaftenden Schicht Bleisuperoxyd her. — Statt der beschriebenen einfachen galvanischen Kette kann man sich vortheilhaft einer besonderen kleinen Batterie, und statt der Bleiauflösung des schwefelsauren Eisenoxydul-Ammoniaks bedienen, welches letztere schönere und haltbarere Farben (durch Absetzung von Eisenoxyd) erzeugt[1]). Ausgezeichnet schöne, aber weniger fest haftende Farben entstehen mit einer Auflösung von 4 Th. Kupfervitriol und 6 Th. weißem Kandiszucker in 18 Th. Wasser, welche man bis zur Wiederauflösung des Niederschlages mit konzentrirter Aetzkalilauge vermischt hat.

Legt man eine polirte oder mit verdünnter Säure abgebeizte Stahlplatte (Silber-, Gold-, Platin-Platte) in eine Glas- oder Porzellan-Schale, gießt so viel Auflösung von Grünspan in Essig hinein, daß davon die Platte bedeckt ist, und berührt nun einige Sekunden oder Minuten lang die Platte mit dem Ende eines Zinkstäbchens: so bilden sich um die berührte Stelle herum konzentrische hellere und dunklere Ringe meist von schwachröthlicher Farbe. Je länger das Zink auf der Platte gestanden hat, desto größer werden die Kreise. Nimmt man nun die Platte heraus, trocknet sie mit reiner weicher Leinwand ab und erhitzt sie über der Flamme einer Weingeistlampe, so überzieht sich plötzlich die vorher einfarbig röthliche Platte mit prachtvollen Farben, nämlich mit der verschiedenartigsten Grundfarbe, auf welcher die durch das Zinkstäbchen berührt gewesenen Stellen wie Pfauenaugen im schönsten Farbenspiele prangen. Die Art der Farben ist von der Temperatur abhängig; sie sind meist goldgelb, blau, orangeroth, violett, bronzefarbig. — Nimmt man statt der Grünspanlösung eine Auflösung von Bleizucker, so entstehen etwas anders gefärbte Pfauenaugen mit einem dunklen Flecke in der Mitte. Man kann sonach einige Mannigfaltigkeit in diese Verzierung bringen, indem man die ge-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 141, S. 33. — Polyt. Centr. 1856, S. 612.

dachten beiden Auflösungen nach einander anwendet und in dem Aufsetzen des Zinkstäbchens eine gewisse Ordnung beobachtet. — Die Farben widerstehen einer ziemlich starken Reibung und sind die Folge eines ungemein dünnen Niederschlages von metallischem Kupfer oder Blei, welcher nachher beim Erwärmen bunt anläuft.

Wenn man 3 Gewichtstheile lufttrockenes weinsaures Kupferoxyd mit einer Auflösung von 4 Gth. Aetznatron in 48 Gth. destillirten Wassers übergießt und die entstandene tiefblaue Flüssigkeit in der Temperatur von 10° C. erhält, so wird durch dieselbe eine hineingetauchte Zinkplatte sehr schön und nach der Dauer des Eintauchens verschieden gefärbt: In 2 Min. violett, 3 Min. dunkelblau, 4½ Min. grün, 6½ Min. goldgelb, 8½ Min. purpurroth. Das im richtigen Augenblicke schnell herausgezogene, rasch im Wasser abgespülte und sorgfältig abgetrocknete Blech kann sodann zum Schutz der Farbe gefirnißt werden. Zum Gelingen ist nöthig, daß das Zink möglichst bleifrei und spiegelblank sei; zu letzterem Behufe empfiehlt es sich, dasselbe mit feinem durch schwache Salzsäure benetzten Quarzsande zu scheuern, unverzüglich in Wasser zu tauchen, durch Reiben mit weißem Löschpapier aufs beste abzutrocknen und endlich sofort in die Kupferauflösung zu bringen.

XXI. Emailliren (émailler, émaillure, *enamelling*).

Man versteht darunter das Verfahren, durch welches die Oberfläche von Metallarbeiten ganz oder theilweise mit durchsichtigen oder undurchsichtigen (meistens farbigen) Glasmassen überzogen wird. Jene Glasmassen selbst heißen Email, Schmelz, Schmelzglas (émail, *enamel*). Sie haben zur Grundlage ein farbloses, durchsichtiges, leichtflüssiges Glas (Fluß, fondant, roquette, rocaille, *flux*, genannt), welches aus Quarzpulver oder weißem Sande, kohlensaurem Kali oder Natron und Bleioxyd, zuweilen noch mit verschiedenen anderen Zusätzen geschmolzen wird. Fügt man zu diesem durchsichtigen Glase Zinnoxyd, so wird es weiß und undurchsichtig (Email im engern Sinne des Wortes). Sowohl das durchsichtige als dieses von Zinnoxyd undurchsichtig gemachte Glas kann durch Zusatz verschiedener Metalloxyde auf mannigfaltige Weise gefärbt werden: auf diesem Wege entstehen zahlreiche Arten von farbigem, theils durchsichtigem, theils undurchsichtigem Email.

Zur Bereitung des weißen undurchsichtigen Emails wird 1 Theil Zinn mit 1, 2, bis 6 Th. Blei zusammengeschmolzen, und die Mischung in einer flachen eisernen Pfanne bei schwacher Rothglühhitze so lange kalzinirt, bis sie ganz in eine gelbliche, aus Zinnoxyd und Bleioxyd bestehende Masse (calcine) verwandelt ist. Diese versetzt man, nachdem sie durch Mahlen und Schlämmen zu feinem Pulver verkleinert ist, mit weißem Sand (oder Quarzpulver) und gereinigter Pottasche (oder Soda). Die Verhältnisse dieser Zusätze sind sehr verschieden nach dem Bleigehalte des Zinnoxydes und nach dem größeren oder geringeren Grade von Schmelzbarkeit und Härte, welchen man dem Email zu geben wünscht. Je mehr Kieselerde (Sand oder Quarz) und je mehr Zinnoxyd in der Mischung vorhanden ist, desto schwerflüssiger und härter fällt dieselbe aus; wogegen besonders ein großer Gehalt an Bleioxyd zwar die Schmelzbarkeit sehr vermehrt, aber die Härte beträchtlich vermindert. Die Schmelzung des Emails geschieht in hessischen Tiegeln.

Die Zusätze, durch welche die verschiedenen Farben des Emails erzeugt werden, sind vorzüglich: Kobaltoxyd zu Blau; Antimonsäure oder antimonsaures Kali zu Gelb; Kupferoxyd oder Chromoxyd zu Grün; Kupferoxydul oder Eisenoxyd oder Goldpurpur zu Roth; Braunstein zu Violett, derselbe in größerer Menge, nebst Eisenhammerschlag, zu Schwarz u. s. w.

Die Absicht beim Emailliren ist entweder: eine Metallfläche ganz gleichmäßig mit einer darauf geschmolzenen Decke von einfarbigem Email zu versehen (wie bei den Uhrzifferblättern und bei gußeisernen Gefäßen), oder nur einzelne Stellen der Arbeitstücke mit Email, oft von verschiedenen Farben, zu bekleiden (wie z. B. bei Dosen, Ringen und anderen Schmuckwaren von Gold, bei Ordens-Dekorationen etc.). Das Wesentliche des Verfahrens besteht in allen Fällen darin, daß das Email als Pulver, mit Wasser angemacht, auf der zu emaillirenden Fläche ausgebreitet, und dann durch einen angemessenen Hitzegrad zum Schmelzen gebracht wird (Einbrennen, passer au feu), worauf es, nach dem Erkalten, als ein glänzender, harter und glatter

Ueberzug an dem Metalle haftet. Zum Einbrennen dient ein Muffelofen, Emaillirofen (fourneau d'émailleur)[1]), in welchem die Erhitzung mittelst Holzkohlen vorgenommen wird, ohne daß Asche und andere Unreinigkeiten auf das Email fallen können.

Dünne Platten von Kupfer oder anderem Metalle, welche auf einer Fläche ganz mit gleichartigem Email überzogen werden sollen (wie z. B. die Uhrzifferblätter) muß man auf der Rückseite gleichfalls mit Email versehen (Gegen-Email, contre-émail), nicht bloß um die Steifheit zu vermehren, sondern auch um dem Werfen oder Verziehen zuvorzukommen, welches bei einseitiger Emaillirung durch die Zusammenziehung des erkaltenden Emails in dem noch heißen und daher weichen Metalle Statt finden würde. Dickere Gegenstände oder solche, welche nur stellenweise und in geringer Menge Email erhalten, können des Gegen-Emails entbehren. Gewöhnlich muß das Emailliren ganzer Flächen zwei Mal nach einander vorgenommen werden, wenn man einen recht gleichförmigen und glatten Ueberzug erhalten will. Zum Ausbessern beschädigter Email-Zifferblätter bedient man sich eines harzigen Kittes, der in Farbe und Glanz dem weißen Email ähnlich ist und auf folgende Weise bereitet wird: Man reibt 5 Theile Dammarharz und 5 Th. Kopal (beide in ausgesuchten möglichst farblosen Stücken) zu feinem Pulver, fügt hierzu 4 Th. venetianischen Terpentin und reibt das Ganze mit so viel Weingeist zusammen, daß es einen dicken Brei bildet; dieser wird hierauf durch Reiben mit 6 Th. feinstem Zinkweiß vermengt, wobei eine äußerst geringe Spur Berlinerblau zugesetzt werden kann, um einen Stich ins Bläuliche zu erhalten. Schließlich wird durch Erwärmen der Weingeist fortgetrieben und die Masse geschmolzen. — Auf einer weiß emaillirten Fläche kann man mit leicht schmelzbarem Email von verschiedenen Farben malen, indem man diese Emailfarbe als zarte Pulver mit Spicköl anreibt, mit dem Pinsel kunstmäßig aufträgt und endlich im Emaillirofen einbrennt (Emailmalerei, peinture sur émail).

Schmuckwaren, welche emaillirt werden, bestehen theils aus Gold, theils aus Silber, theils aus Bronze (vergoldetem Tombak). Auf stark kupferhaltigem Golde, auf Silber und auf Bronze verändern manche Arten des Emails bedeutend ihre Farbe und verlieren dadurch an Schönheit; daher lassen sich die genannten Metalle nur in gewissen Farben und fast ausschließlich mit undurchsichtigem Email emailliren. Gold, welches ganz fein oder wenigstens 20karatig ist, eignet sich am besten und im ausgedehntesten Maße zu emaillirten Arbeiten. Ueber Emaillir-Loth s. m. S. 391. Da gewöhnlich durch die Nebeneinanderstellung verschiedenfarbiger Email-Gattungen eine Zeichnung ausgedrückt werden soll und ein Ineinanderfließen oder eine ungenaue Begrenzung der Farben dem Ansehen schaden würde: so muß der einer jeden Farbe zukommende Umriß durch eine feine erhabene Einfassung angezeigt sein (émail cloisonné). Dadurch entstehen für die einzelnen Theile der Zeichnung flache Vertiefungen, die mit dem zerriebenen Email ausgefüllt werden, worauf man das Einbrennen vornimmt. Die schon erwähnten Vertiefungen werden durch Ausarbeitung mit dem Grabstichel oder durch Pressen des Metalles in einer Stanze (S. 368) hervorgebracht, auch wohl durch Auflöthen von Golddraht nach den Umgrenzungslinien gebildet; man macht sie oft, um die Anhaftung des Emails zu befördern, durch feine Grabstichel-Striche etwas rauh, benutzt aber solche Striche auch, um bei durchsichtigem Email eine Art Schattirung zu erzeugen. Unmittelbar vor dem Auftragen des Emails (wozu man sich eines plattgeschlagenen und zugespitzten Drahtes bedient) werden die Goldwaren gelinde geglüht, in kochendem verdünnten Scheidewasser rein abgebeizt, in Wasser gespült und abgetrocknet. Das Email wird in einem kleinen stählernen Mörser zerstoßen und in einer Reibschale von Achat oder Feuerstein mit Wasser zu mäßig feinem Pulver gerieben. Nach dem Einbrennen wird die Emaillirung mit einer naßgemachten feinen Feile abgefeilt oder mit feinem Sandstein und Wasser abgeschliffen, dann noch einmal ins Feuer gebracht, um durch Erweichung der Oberfläche wieder den Glanz hervorzubringen. Die höchste spiegelnde Politur ertheilt man ihr nöthigenfalls durch schließliches Reiben mit trockenem geschlämmten Tripel oder mit Tripel und Wasser auf einem Lindenholz-Stäbchen; diese Arbeit ist aber langwierig und wird deshalb oft unterlassen. —

Eine der Emaillirung nahe verwandte Arbeit ist das Niello (nielle), eine auf Silberwaren (den bekannten Tula-Dosen rc.) gebräuchliche Verzierung, welche in eingravirten oder durch Stahlplatten eingepreßten, mit einer Art schwarzer Farbe ausgefüllten

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd V. Artikel: Email, Emailliren.

Zeichnungen besteht. Die zum Nielliren (nieller, niellage) dienende schwarze Masse wird aus feinem Silber, Kupfer, Blei und Schwefel durch Zusammenschmelzen bereitet, nach dem Erkalten gepulvert, mit Salmiakauflösung angemacht und in die Gravirung eingerieben, worauf man die wieder rein abgewischten Stücke im Emaillirofen bis zum Schmelzen der schwarzen Masse erhitzt, mit Bimsstein vorsichtig abschleift und mit Tripel polirt.

Die Bereitung der Masse wird auf die Art vorgenommen, daß man die drei Metalle (zweckmäßig, um Oxydation zu verhüten, mit etwas Borax) in einem Tiegel zusammenschmelzt, das Gemisch in einen mit dem gepulverten Schwefel halbgefüllten Tiegel gießt, neuerdings schmelzt und zuletzt über ein Büschel Reiser in Wasser ausschüttet, um es in Körner zu verwandeln, welche im gußeisernen Mörser leicht zu Pulver gestoßen werden können. Das Mengenverhältniß der Zuthaten kann ohne wesentlichen Unterschied des Erfolges ziemlich wandelbar sein, wie nachstehende Vorschriften beweisen:

Silber . . .	1 —	8 —	2 —	3 —	1
Kupfer . . .	1 —	18 —	5 —	5 —	2
Blei	1 —	13 —	3 —	7 —	3
Borax . . .	— —	4 —	1 —	— —	—
Schwefel . . .	— —	96 —	24 —	24 —	12

Die Niellirung hat vor einem eigentlichen (aus Glasmasse bestehenden) Email den Hauptvorzug, sich inniger mit dem Silber zu vereinigen, weshalb in Niello sehr feine Zeichnungen von höchster Dauerhaftigkeit ausgeführt werden können.

Das Emailliren (Glasiren) der gußeisernen Kochgefäße[1]) soll die Verzinnung ersetzen; allein gewöhnlich hält das Email (die Glasur) zwar gut in der Kälte, springt dagegen allmälig ab, wenn die Gefäße mehrmals auf das Feuer kommen. Die Ursache liegt in der sehr ungleichen Ausdehnung des Eisens und des Emails durch die Wärme. Da für diesen Zweck das oben beschriebene weiße Email (S. 466) zu kostspielig sein würde, so setzt man ein wohlfeileres aus gepochtem Quarz, Borax, Feldspath, geschlämmtem eisenfreien Thon u. dergl. durch unvollkommenes Schmelzen (Fritten) zusammen; mahlt dasselbe auf der Glasurmühle der Töpfer mit Wasser zu einer Brühe; trägt diese im Innern der Gefäße (welche vorläufig durch verdünnte Schwefelsäure blankgebeizt, mit Sand ausgescheuert, getrocknet und erwärmt sind) durch Eingießen, Herumschwenken und Ueberpinseln auf, bestäubt den nassen Ueberzug mit einer ebenfalls gefritteten (oder geschmolzenen) und fein gepulverten Masse aus Feldspath, Borax, Pottasche ꝛc., und erhitzt endlich in einem Muffelofen zum Glühen, um die Glasur zu schmelzen. Ebenfalls üblich und vielleicht besser, jedenfalls aber weitläufiger ist es, die Grundmasse für sich einzubrennen (auf den Geschirren zu schmelzen), dann erst die Deckmasse aufzutragen und ebenfalls einzubrennen.

Nähere Angaben über die Zusammensetzung der Grundmasse und der zum Aufstäuben bestimmten Deckglasur. a) Grundmasse: 5 Theile Quarz oder weißer Sand und 3 Th. krystallisirter Borax in feinster Pulvergestalt gemengt und zur Entwässerung des Borax erhitzt, fein zerrieben, gemahlen, geschlämmt, getrocknet, mit dem Viertel des nunmehrigen Gewichtes weißem Thon trocken verrieben, in Wasser angerührt. Glasur: 6 Quarz oder Sand, 3 krystall. Borax, 2 kalzinirte Soda zusammen gefrittet, zu Pulver gerieben, endlich zu klarem Glase geschmolzen und wieder gepulvert. — b) Grundmasse: 1 Kalkstein, 1 Gyps, 4 Feldspath, 1 Borax. Glasur: 3 Quarz oder Sand, 6 gewöhnliches weißes (bleifreies) Glas, 2 Soda, 1 Borax. — c) Grundmasse: 2 Quarzpulver, 1 gebrannter Borax gefrittet; 8 Th. dieser Masse mit 1 Th. weißem Thon naß gemahlen. Glasur: 25 weißes Glas, 5 Borax, 4 Soda geschmolzen, naß gemahlen, getrocknet; 45 Th. dieses Pulvers mit 1 Th. Soda in Wasser angemacht, getrocknet, zerstoßen. Oder: 100 Porzellanerde, 117 Borax, 35 kalzinirte Soda, 35 Salpeter, 35 zu Pulver gelöschter Kalk, 13 Sand, 50 weißes Glas zusammengefrittet, gepulvert; auf 45 kg dieser Masse 1 kg Soda in Wasser aufgelöst zum Anrühren, wonach der Brei getrocknet und zerstoßen wird. — d) Grundmasse: 30 Quarzmehl oder Sand, 16½

[1]) Jahrbücher, XX. 302. — Lehrbuch der Eisen-Emaillirkunst. Von M. Vogelgesang. Braunschweig 1851. — Polyt. Centr. 1854, S. 1378. — Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 474.

krystallisirter Borax, 3 reines Bleiweiß mit einander vermengt, geschmolzen, gröblich zerrieben, mit Zusatz von 9 Quarzmehl oder Sand, 8½ weißer Thon und ½ kohlensaure Bittererde (Magnesia alba) fein gemahlen. Glasur: 37½ Quarzmehl oder Sand, 27½ Borax, 30 Zinnasche, 15 entwässertes kohlensaures Natron, 10 Salpeter, 7½ kohlensaures Ammoniak, 5 kohlensaure Bittererde zusammen zwei oder drei Mal geschmolzen (bis keine Bläschen mehr in der geschmolzenen Masse sichtbar sind), unter Zusatz von 6 Quarzmehl oder Sand, 3¾ Zinnasche, ¾ kohlensaures Natron und ¾ kohlens. Bittererde vermahlen.

Das Glasiren schmiedeiserner Gefäße, Röhren ꝛc. kommt seltener vor; man hat aber Verfahrungsarten, um auf denselben ein schönes weißes Email darzustellen[1]), welches freilich theurer ist als das gewöhnliche (etwas grauweiße) der Gußeisengeschirre. Eine nicht schön gefärbte aber haltbare Glasur auf Schmiedeisen und Eisenblech wird aus 260 Theilen zerstoßenem Flintglas, 41 Th. kohlensaures Natron (kalzinirter Soda) und 24 Th. Borsäure (nach anderer Angabe: Borax) dargestellt, welche man zusammenschmelzt und in feinstes Pulver verwandelt. Die eisernen Gegenstände werden mit verdünnter Säure abgebeizt, mit Gummiauflösung dünn bestrichen, mit dem Glasurpulver übersiebt, bei 100 bis 130° C. getrocknet, in einer Muffel zum Rothglühen erhitzt bis das Glas geschmolzen ist, endlich vor der freien Luft geschützt der langsamen Abkühlung überlassen.

XXII. Einlassen mit Farben.

Auf gemeinen Silberarbeiten, auf unechtem (vergoldetem) Schmuck, ja selbst auf Zinnwaren, bringt man öfters farbige Verzierungen an, welche eine unvollkommene Nachahmung der Emaillirung sind. Man reibt verschiedene Farben (Bleiweiß, Mineralgelb, Chromgelb, Zinnober, Berlinerblau, Ultramarin, Schweinfurtergrün, Kienruß ꝛc.) mit Kopalfirniß an, und trägt dieselben, mit etwas Terpentinöl verdünnt, mittelst eines spitzigen eisernen Stiftes in die vertiefte Zeichnung der übrigens ganz vollendeten Metallarbeit. Sie trocknen schnell und haben einen ziemlich schönen Glanz; doch können sie leicht von Email unterschieden werden durch die große Weichheit, durch den Mangel des Glasigen im Ansehen und durch die eingesunkene Oberfläche, welche sie beim Trocknen erlangt haben.

Statt Kopalfirniß kann man Mastix gebrauchen, welcher geschmolzen, mit etwas Spiköl und den Farben vermischt und auf die heiße Arbeit aufgetragen wird, wonach man letztere abschleift, polirt und wieder etwas erwärmt, um den Farben durch flüchtige Schmelzung Glanz zu ertheilen. Bei diesem Verfahren entsteht nicht die eingesunkene oder vertiefte Oberfläche, von der zuvor die Rede war.

XXIII. Bronziren (bronzer, bronzage, *bronzing*).

Man versteht hierunter ursprünglich diejenige Behandlung, durch welche Gegenstände aus Metall (oft aber auch aus Holz, Gyps, u. s. w.) der Bronze — d. h. der Legirung aus Kupfer und Zinn — im Ansehen ähnlich gemacht werden. Doch bezeichnet der technische Sprachgebrauch auch manche verwandte Arbeiten mit dem Namen des Bronzirens, bei welchen es nicht eben auf eine Nachahmung der Bronze, sondern überhaupt nur auf Erzeugung eines dünnen farbigen, das Ansehen verschönernden oder das Anlaufen und Rosten verhindernden Ueberzuges abgesehen ist. Die Wirkung des Bronzirens besteht entweder: A. in der Darstellung metallisch glänzender Oberflächen von gelber oder anderer Farbe; oder B. in der Hervorbringung einer gelben, bräunlichen ꝛc. Farbe von unvollkommenem Glanze und mehr oder weniger Aehnlichkeit mit der durch den Einfluß der Luft matt und dunkel gewordenen Bronze; oder endlich C. in der künstlichen und schnellen Erzeugung (auch in der bloßen täuschenden Nachahmung) jenes grünen Rostes, welchen Arbeiten aus Bronze durch die Jahrhunderte lang dauernde Einwirkung der Witterung allmälig erlangen.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 106, S. 362. — Polyt. Centr. 1848, S. 45.



A. 1) Eine metallisch aussehende Bronzirung von gelber oder rother Farbe bringt man auf gegossenen Eisen- oder Zinnwaren durch fein zerriebenes Tombak und Kupfer hervor (gelbe, rothe Bronze, S. 167). Das Pulver zur rothen (s. g. Kupferbronze) kann man auch durch Zerreiben des aus einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd mittelst blanker Eisenstücke niedergeschlagenen Kupfers gewinnen. Die zu bronzirenden Gegenstände werden mit Oelfarbe angestrichen, und wenn diese so weit getrocknet ist, daß sie nur noch wenig klebt, streut man das Metallpulver auf und reibt es mit einem weichen Leinwandbausche ein. Auch kann man die metallischen Pulver mit Leinölfirniß anmachen und dann mittelst des Pinsels gleich einer Farbe aufstreichen.

2) Gegenstände aus Gußeisen (z. B. Büsten) erhalten eine bronzeähnliche oder kupferröthliche Farbe, wenn man sie, mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure blank abgebeizt, mit Auflösung von Kupfervitriol bestreicht oder in dieselbe eintaucht, wodurch sich ein äußerst dünnes Kupferhäutchen fest an die Oberfläche hängt. Ueberhaupt wären die verschiedenen Arten der nassen Verkupferung (S. 446), sowie das Bronziren und Ueberziehen mit Messing auf galvanischem Wege (S. 448) hierher zu ziehen.

3) Rohe Eisengüsse (z. B. Verzierungen an Oefen 2c.) kann man gelb oder roth bronziren — dünn mit Messing oder Kupfer bekleiden, — indem man sie mit einer naßgemachten Kratzbürste von Messing- oder Kupferdraht so lange bürstet, bis sie trocken und genügend gefärbt sind. Damit die Bürste eine zu kräftigem Reiben geeignete Steifheit hat, muß sie aus Draht von der Stärke einer mittelfeinen Stricknadel (etwa 0,75^{mm}) gemacht werden. Die natürliche Rauhheit der Gußoberflächen wirkt feilenartig auf die Drähte und nimmt Metallstäubchen ab, welche sich unter dem Drucke fest an das Eisen hängen.

4) Medaillen von Zinn oder Rose'schem Metall (S. 43) erhalten durch folgende Behandlung eine kupferrothe Bronzirung: Man überpinselt sie zuerst leicht mit einer Auflösung von 1 Theil Kupfervitriol und 1 Theil Eisenvitriol in 20 Th. Wasser, und trocknet sie wieder ab, wodurch sie eine schwärzliche Farbe bekommen. Dann überreibt man sie mittelst eines andern Pinsels mit Auflösung von Grünspan in seinem vierfachen Gewichte Essig. Nachdem sie trocken geworden sind, gibt man ihnen den Glanz durch Bürsten mit einer sehr weichen Bürste, wobei man anfangs geschlämmtes Blutsteinpulver, zuletzt die Bürste allein gebraucht. Solange man Blutstein anwendet, haucht man die Medaille zuweilen an, um das Pulver etwas anhaftend zu machen. Zum Schutz gegen die Luftfeuchtigkeit bedarf diese Bronzirung eines dünnen Anstriches mit Goldfirniß.

B. 1) Büsten, Standbildern u. dgl., welche aus Bronze gegossen sind, benimmt man gewöhnlich vor ihrer Aufstellung den grellen Metallglanz, statt dessen man ihnen eine mattere bräunliche Farbe verschafft, wie durch das Verweilen im Wetter von selbst, nur langsamer, zum Vorscheine kommen würde. Zu diesem Behufe löst man 4 Theile Salmiak und 1 Th. Sauerkleesalz in 210 Th. Essig auf, befeuchtet mit dieser Flüssigkeit eine weiche Bürste und reibt damit so lange das blanke Metall, bis die bearbeitete Stelle ganz trocken ist. Diese Behandlung wird mehrmals wiederholt und gelingt am besten bei gelinder Wärme, also im Sonnenschein oder in einem mäßig geheizten Zimmer.

2) Durch Schwefelwasserstoffgas läßt sich ein ähnlicher Erfolg erreichen, indem die Bronze durch Bildung von Schwefelkupfer eine braune Farbe annimmt. Man stellt zu diesem Behufe die Bronzegußwaren in einem verschlossenen Raume auf, wo man zugleich irdene Schalen mit einer Auflösung von Schwefelleber in dem dreißigfachen Gewichte Wasser anbringt.

3) Eine grauschwarze Bronzirung auf kupfernen Gegenständen entsteht, wenn man diese kurze Zeit in eine sehr schwache Schwefelleber-Auflösung legt, dann in reinem Wasser abspült, abbürstet und abtrocknet.

4) Um Kupfer mit einem dauerhaften und schönen bräunlich-grauen Ueberzuge zu versehen, vermengt man recht innig 4 Theile verwittertes Glaubersalz, 3 Theile

feingepulvertes Schwefelantimon (Antimonium crudum) und 1 Theil Holzkohlenpulver, trägt dieses Gemenge nach und nach in einen schon rothglühenden hessischen Schmelztiegel ein, bedeckt letzteren mit einem Ziegelsteine und wartet bis die Masse zu schäumen aufhört. Dann gießt man den Inhalt aus, überschüttet ihn in einer Porzellanschale mit Wasser, fügt $^1/_2$ Theil Schwefelblumen hinzu, kocht anhaltend und filtrirt zuletzt. In die so erhaltene (nöthigenfalls noch mit Wasser verdünnte) Flüssigkeit taucht man — nachdem sie zum Sieden erhitzt ist — die mit feinem Sande und verdünnter Salzsäure abgeriebenen, auch wohl polirten Gegenstände, an einem Faden hängend, wenige Augenblicke ein, worauf sie unverzüglich in Wasser gespült und abgetrocknet werden.

5) Kupfernen Gegenständen ertheilt man öfters eine gelblich-braune oder rothbraune Farbe und einen sanften Glanz dadurch, daß man künstlich die Bildung einer dünnen Lage Kupferoxydul auf ihrer Oberfläche veranlaßt. Man nennt diese Art Bronzirung Patine (patine) und das Verfahren, wodurch sie hervorgebracht wird, patiniren. Kupferne Gefäße werden oft auf diese Weise bronzirt oder patinirt, um ihnen eine gefällige roth-braune Farbe zu geben, welche leichter rein zu halten ist, als die blanke metallische Oberfläche. Bei kupfernen (unrichtig so genannten bronzenen) Medaillen wendet man das Bronziren oder Patiniren immer an, weil die dadurch erlangte Farbe angenehmer ist, als die kupferrothe, und nicht so leicht Flecken annimmt oder Grünspan ansetzt. Um Gefäße zu bronziren, trägt man auf dieselben, nachdem sie ganz blankgeschabt, mit Bimsstein geschliffen und allenfalls mit Tripel polirt sind, einen Brei aus Kolkothar und Wasser auf, läßt sie trocknen, erhitzt sie zum Rothglühen und wischt sie wieder rein ab. — Oder man reibt 1 Theil feine Horn-Raspelspäne, 4 Th. Grünspan und 4 Th. Kolkothar mit etwas Essig zu einem zarten Brei, bestreicht damit das gereinigte Kupfer, hält es so lange über Steinkohlenfeuer, bis der Anstrich trocken und schwarz geworden ist, wäscht rein ab und trocknet. — Oder man löst 1 Theil krystallisirten Grünspan nebst 1 Th. Salmiak in 360 Th. Wasser auf, bestreicht damit das blanke, über einem Kohlenfeuer zu gleichförmigem Anlaufen erhitzte Kupfergefäß, trocknet es behutsam wieder ab, und wiederholt dieses Verfahren 6 bis 10 Mal, wodurch eine gelbe Farbe entsteht. Um diese in Braun überzuführen, gibt man noch etwa 20 Anstriche, diese aber ohne Anwendung von Wärme. Ist der gewünschte Ton erreicht, so legt man das Kupfer in reines Wasser, trocknet es nach dem Herausnehmen sehr behutsam ab und erhitzt es schließlich über einem schwachen Kohlenfeuer, wodurch die Bronzirung sich befestigt. — Die Verfahrungsarten beim Bronziren der Medaillen sind theilweise verschieden. Folgende Methode liefert mit Sicherheit und Leichtigkeit eine angenehme gelblich-braune, zuweilen dem Orangegelben sich nähernde Farbe. Man löst 2 Theile Grünspan und 1 Theil Salmiak in Essig auf, kocht die Auflösung in einer Schale von Porzellan oder Kupfer unter Abschäumen, bis sich kein Schaum mehr erzeugt, und verdünnt sie so stark mit Wasser, daß sie nur einen schwachen Geschmack behält, auch bei fernerem Wasserzusatze keinen weißen Niederschlag mehr fallen läßt. Nun wird die Flüssigkeit klar von dem Bodensatze abgegossen, das Gefäß aber gereinigt. Sodann wird erstere wieder eingegossen, so schnell wie möglich zum Kochen gebracht und siedend über die zu bronzirenden Medaillen geschüttet. Diese (welche ganz rein von Fett und Schmutz sein müssen) hat man in einer andern porzellanenen oder kupfernen Schale so auf einen hölzernen oder kupfernen Rost gestellt, daß nur ihr Rand auf zwei Punkten aufliegt, die Flächen aber völlig frei stehen und der Flüssigkeit ungehindert Zugang gestatten. Man setzt das Gefäß mit den Medaillen ohne Verzug auf das Feuer, damit die Flüssigkeit darin nicht erkaltet, sondern sogleich fortfährt zu sieden. Von diesem Zeitpunkte an hängt das Gelingen der Arbeit bloß davon ab, daß fleißig nachgesehen und jedes bronzirte Stück im rechten Augenblicke herausgenommen wird. Wie lange die Medaillen in der kochenden Flüssigkeit verweilen müssen, wird durch die Stärke der letzteren bestimmt, welche man übrigens nicht leicht zu sehr verdünnt anwenden kann. In einer sehr schwachen Flüssigkeit dauert zwar die Behandlung länger,

aber die Bronzirung fällt schöner aus und sitzt fester, auch hat man nicht nöthig zu eilen und geräth nicht in Gefahr die Stücke zu verderben. Ist dagegen die Flüssigkeit zu stark, so haftet die Bronzirung nur schwach und reibt sich schon beim Trocknen mit einem leinenen Tuche ab. Die vollendeten Medaillen werden (wenn man eine größere Anzahl auf ein Mal behandelt) alle zugleich mittelst des Rostes aus der Schale genommen und schnell in ein geräumiges Gefäß voll Wasser gelegt. Aus diesem nimmt man sie dann einzeln, um sie auf das Sorgfältigste mit reinem Wasser abzuspülen, recht gut abzutrocknen und endlich mit einer weichen trockenen Bürste zu reiben, wodurch der Glanz vermehrt wird. — Kocht man die blanken kupfernen Medaillen in konzentrirter Auflösung von chlorsaurem Kali, welcher man salpetersaures Ammoniak zugesetzt hat, so entsteht eine angenehm gelblich-braune Bronzirung, welche durch nachheriges Erhitzen der gewaschenen und getrockneten Stücke beliebig dunkler und mehr rothbraun gemacht werden kann. Bürsten hebt die Farbe bedeutend, allein matte Theile verlieren dabei ihr Matt.

6) Kalte und trockene Bronzirung von Kupfer oder Messing. — Besteht der zu bronzirende Gegenstand aus Kupfer, so wird er vorläufig nur mit verdünnter Salpetersäure blank gebeizt oder mit Bimssteinpulver geputzt; ist er von Messing, so verkupfert man ihn überdies durch Eintauchen in eine Kupfervitriolauflösung. Dann bestreicht man denselben mittelst eines Pinsels etwa 2^{mm} dick mit einem Gemenge aus 15 Th. Blutstein und 8 bis 10 Th. Reißblei, welche man als feines Pulver mit Weingeist zu steifem Brei angemacht hat. Wird nach zwei Tagen der getrocknete Ueberzug abgebürstet, so zeigt sich die Metallfläche bronzirt, und zwar desto dunkler, je größer das Verhältniß des Reißbleies in dem Gemenge gewesen ist, da die Wirkung einfach auf einer Anhaftung feinster Blutstein- und Reißblei-Theilchen beruht. Auch Reißblei allein kann auf die angezeigte Weise angewendet werden und gibt eine roth-braune Bronzirung; desgleichen Kienruß, womit eine gelblich-braune Farbe entsteht.

7) Braune und schwarze Bronzirung auf Messing (z. B. für Auszieh-Taschenfernröhre, physikalische Apparate 2c.), desgleichen auf Kupfer. — Wismuth oder Silber, oder kupferhaltiges Silber, oder nur Kupfer, löst man in soviel Salpetersäure auf, daß von letzterer ein Ueberschuß vorhanden ist. Mit einer dieser Auflösungen bestreicht man, nachdem sie mit viel Regenwasser verdünnt worden ist, das Metall, welches hierauf bis zum gänzlichen Abtrocknen und Schwarzwerden erhitzt wird. Dann reibt man die noch warme Oberfläche mit einem trockenen Leder oder einer Bürste, oder mit wachsbestrichenem weichen Löschpapier und zuletzt mit einem wollenen Tuche. Starke Salpetersäure allein leistet denselben Dienst wie salpetersaure Kupferauflösung. Die Farbe der Bronzirung ist bei Anwendung von Wismuth tief braun, von Silber oder Kupfer schwarz. In jedem Falle kann man sie in Dunkelschwarz dadurch verändern, daß man nachträglich die Gegenstände etwa eine halbe Stunde lang über ein Gefäß legt, worin sich eine konzentrirte Schwefelleberauflösung (zur Beschleunigung des Erfolges allenfalls mit einer kleinen Beimischung von Salzsäure) befindet. — Eine haltbare braune Bronzirung auf Messing ist folgende: Man löst 1 Theil krystallisirten Grünspan nebst 1 Th. Salmiak in 256 Th. Wasser auf, und bereitet außerdem eine gleiche Auflösung mit 600 Th. Wasser. Das Messing wird 2 bis 3 Minuten lang mit der ersten Flüssigkeit bestrichen, worauf es grün wird. Nun hält man es über ein nicht zu starkes Kohlenfeuer bis es mit Kupferfarbe anläuft, bestreicht es mit der zweiten (schwächeren) Flüssigkeit, läßt es abdunsten und wiederholt Bestreichen und Erwärmen 10 bis 25 Mal, bis endlich die anfangs olivengrüne Farbe gänzlich in ein gleichmäßiges Braun übergegangen ist. Flecken, die sich etwa während der Arbeit zeigen, sind sogleich mit feinem Ziegelmehl abzureiben.

8) Braune Bronzirung auf Zink. — Aus Zink gegossenen Vasen, Bildsäulen, Büsten 2c. gibt man eine schwarzbraune Bronzirung durch Bestreichen mit Kupfervitriolauflösung. Werden hierauf die hervorragendsten Stellen anhaltend mit einem wollenen Lappen gerieben, so nehmen sie einen kupferrothen Glanz an, der die Aehn-

lichkeit mit wirklicher Bronze erhöht. — Die Auflösung des Grünspanes in Essig erzeugt ebenfalls eine brauchbare braune Bronzirung. — Löst man Kupferchlorid (durch Auflösung von Kupferasche in konzentrirter Salzsäure, Abdampfen und Krystallisiren bereitet) in sehr viel Wasser auf, und behandelt damit das Zink durch Einlegen oder Bestreichen, worauf Erwärmen, Bürsten, Spülen in Wasser und Abtrocknen folgt, so entsteht eine braune, schwarzbraune oder braunschwarze Bronzirung, je nach der Stärke der Kupferauflösung und dem Wärmegrade. Die Farbe ist dagegen kupferroth, wenn man eine Auflösung von Chlorkupfer in Salmiakgeist anwendet, und sie zieht ins Gelbe, wenn eine mit Essig versetzte Auflösung des Chlorkupfers in Wasser gebraucht wird. — Die schönste Bronzirung nehmen diejenigen Zinkgußartikel an, deren Metall mit 8 bis 10 Prozent Kupfer und 1 Prozent Gußeisen legirt ist. — Bestreicht man die bronzirten Zinkgegenstände mit einer sehr verdünnten Auflösung des Chlorkupfers und läßt sie ruhig an der Luft trocken werden, so bekommen sie nach und nach das grüne Ansehen der Antikbronze.

9) Schwarze Bronzirung auf Zink. — In 1^{kg} Weingeist werden 100^{g} Antimonchlorür (Spießglanzbutter) aufgelöst, dazu setzt man 50^{g} Salzsäure; der Gegenstand wird mit dieser Flüssigkeit bestrichen, sogleich wieder abgewischt, nochmals bestrichen, an einem warmen Orte so schnell wie möglich getrocknet, endlich mit Leinölfirniß abgerieben.

10) Oxydirtes Silber (argent oxidé, *oxidized silver*) werden fälschlich solche Silberwaren oder versilberte Gegenstände genannt, welchen durch Ueberziehung mit einer zarten Lage Schwefelsilber eine dunkelgraue Farbe ertheilt ist. Man legt die fertig gearbeiteten und polirten Stücke in eine sehr schwache Auflösung von Schwefelleber in Wasser, wozu etwas Salmiakgeist gemischt ist, oder in sehr verdünntes Schwefelammonium, spült sie nach Erscheinen des gewünschten Farbentones in reinem Wasser, trocknet sie und vollendet sie durch Glanzschleifen, welches der Ueberzug bei gehöriger Behutsamkeit gut verträgt. Besonders neben goldenen Bestandtheilen auf Schmucksachen erzeugt die so hervorgebrachte graue Farbe einen sehr gefälligen Kontrast.

C. Die Antik-Bronze (grüne Patine, patine verte, patine antique), d. h. der aus kohlensaurem Kupferoxyde bestehende dichte grüne Rost, welcher die antiken bronzenen Kunstwerke auszeichnet, wird in seiner ganzen Schönheit nur durch sehr lange fortdauernde Einwirkung der Atmosphäre hervorgebracht: hundert Jahre reichen nicht hin, um eine neue bronzene, im Freien stehende Bildsäule damit zu bekleiden. Man sucht deshalb durch chemische Mittel einen ähnlichen (freilich minder schönen) Ueberzug schnell zu erzeugen, um neuen Kunstwerken einigermaßen das geschätzte alterthümliche Ansehen zu geben, und nennt dieses Verfahren ebenfalls patiniren (vergl. S. 471). Vorschriften hierzu gibt es mehrere. Man löst z. B. 1 Theil Salmiak, 3 Th. gereinigten Weinstein und 4 Th. Kochsalz in 12 Th. heißen Wassers auf und vermischt diese Flüssigkeit mit 8 Th. einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd, welches ein spezif. Gewicht von 1,1 hat. Diese zusammengesetzte Beize wird wiederholt auf die an einem etwas feuchten Orte befindliche Bronze gestrichen, wodurch sich in kurzer Zeit ein grüner, fest anhängender Ueberzug bildet. Um den firnißartigen Glanz hervorzubringen, welcher dem grünen Roste der schönsten antiken Bronzen eigen ist, erhitzt man die nach vorstehender Anweisung gebeizten Stücke und reibt mittelst einer steifen Bürste Wachs darauf ein.

Nach einem andern Verfahren wird der Gegenstand zuerst mit einer sehr verdünnten Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd, welcher man eine sehr kleine Menge Kochsalz zugesetzt hat, mittelst eines Pinsels betupft (nicht bestrichen), abgebürstet, hierauf mit einer Auflösung von 2 Theilen Kleesalz, 9 Th. Salmiak und 189 Th. Essig gleichfalls betupft und abgebürstet. Diese Operation wird öfters wiederholt; nach etwa acht Tagen hat das Stück eine braun-grüne Farbe angenommen, und in den Vertiefungen sitzt eine blau-grüne Patina so fest daran, daß sie das Bürsten aushält und die Witterung verträgt.

Weitläufig aber von gutem Erfolge ist die auf kleine Stücke anwendbare Methode, eine große Flasche mit weitem Halse mit gesättigtem Salzwasser zu füllen, Kohlensäure-Gas hineinzuleiten bis dieses fast alle Flüssigkeit verdrängt hat, dann die Flasche aufrecht zu stellen, den blankgemachten und mit einer Mischung aus gleichviel Essig und Wasser benetzten Gegenstand hineinzuhängen, den Hals zu verstopfen und zu verkitten, endlich das Ganze sich selbst zu überlassen. Zur genügenden Wirkung sind hier mehrere Wochen, ja Monate erforderlich.

Um Messingwaren grün zu bronziren, vermischt man 80 Theile starken Essig mit 1 Th. Mineralgrün, 1 Th. roher Umbra, 1 Th. Salmiak, 1 Th. arabisches Gummi und 1 Th. Eisenvitriol, fügt 4 Th. Avignon-Beeren oder Kreuzbeeren hinzu, läßt das Ganze sieden und seiht es nach dem Erkalten durch. Die Flüssigkeit wird mit einem Pinsel auf die in verdünntem Scheidewasser abgebeizten Waren aufgestrichen. Sollte die davon erzeugte Farbe nicht dunkel genug ausfallen, so erwärmt man das Stück, bis man es kaum in der Hand leiden kann, und streicht nachträglich Weingeist auf, in welchem feinstes Lampenschwarz eingerührt ist. Zuletzt wird ein Anstrich von Weingeistfirniß gegeben. — Ein anderes Verfahren zur grünen Bronze auf Messing ist folgendes: Der Auflösung von 8 Th. Kupfer in 16 Th. Salpetersäure (sp. G. 1,26 bis 1,30) setzt man 160 Th. Essig, 3 Th. Salmiak und 6 Th. Hirschhorngeist zu. Hat die Mischung an einem warmen Orte einige Tage leicht verstopft gestanden, so kann sie gebraucht werden. Man bestreicht damit die Arbeitstücke, läßt sie in der Wärme trocknen, trägt Leinöl sehr dünn mittelst des Pinsels auf und trocknet wieder in gelinder Wärme.

Auf messingenen Waren, sowie auf Gegenständen, welche aus Eisen, Zinn, Blei oder einer Mischung von Blei und Antimon (sogenanntem Hartblei) gegossen sind, wird oft ein die antike Bronze unvollkommen nachahmender Farben-Anstrich angebracht. Man reibt nämlich Berlinerblau, Kolkothar, Umbra und hellgelben Ocher (oder: Indig, Berlinerblau, Mineralgelb und Grünspan) einzeln mit Leinölfirniß auf dem Reibsteine ab, vermischt diese verschiedenen Farben in solchem Verhältnisse, daß die beabsichtigte Schattirung von Grün entsteht, und streicht sie mittelst eines weichen Pinsels zwei oder drei Mal auf. Die Aehnlichkeit mit wirklicher Bronze erhöht man durch das sogenannte Aufhöhen, welches darin besteht, daß man auf die hervorragendsten Stellen des Gegenstandes ein gelbes oder rothes metallisches Pulver in geringer Menge aufträgt, um den Schein hervorzubringen, als seien diese Stellen abgerieben und schimmerte hier die Metallfarbe hervor. Man gebraucht für den angegebenen Zweck geriebenes Metallgold (S. 167) oder Kupferbronze (S. 167), von welchen man ein wenig auf die mit Leinölfirniß benetzte Fingerspitze nimmt und auf den beliebigen Stellen des völlig trockenen grünen Anstriches verreibt.

XXIV. **Brüniren** oder **Braunmachen** des Eisens (**bronzer**, *browning*).

Manchen Eisenwaren, vorzüglich aber den Läufen der Schießgewehre, ertheilt man eine braune Farbe, sowohl zur Verschönerung, als um sie vor Rost zu schützen, und damit auf der Jagd oder im Kriege nicht das Blinken des Gewehres seinen Träger auf Entfernung hin verrathe. Am schönsten werden durch das Braunmachen die damaszirten Läufe (S. 33), weil unter der braunen Farbe die hellen und dunkeln Linien der Damaszirung deutlich hervorschimmern.

Die braune Farbe wird auf dem Eisen wesentlich dadurch erzeugt, daß man die Oberfläche durch künstliche Behandlung gleichmäßig und dünn mit einer Lage Rost bedeckt, welche fest anhängt, und — besonders wenn sie stark geglättet, mit Firniß oder Wachs eingerieben wird — die Einwirkung der Feuchtigkeit und Luft vom Eisen abhält. Verschiedene Mittel werden angewendet, um jene Decke von Rost zu erzeugen. Man bedient sich der Spießglanzbutter (Chlor-Antimon), welche daher im Handel zuweilen unter dem Namen englisches Bronzirsalz vorkommt, vermischt sie mit etwas Baumöl, streicht sie dünn und gleichmäßig auf das gelinde erwärmte Eisen und setzt letzteres einige Tage der Luft aus: kürzer oder länger, nach Beschaffenheit der Witterung. Der braun gewordene Lauf wird gereinigt, mit Wasser sehr sorgfältig abgewaschen, getrocknet, endlich mit dem Polirstahle polirt, auch wohl

t weißem Wachs eingerieben oder mit einem Weingeist-Firnisse aus Schellack und as Drachenblut überzogen.

Benetzt man den polirten Gewehrlauf schwach aber gleichförmig mit sehr ver-unnter Salpetersäure (z. B. 1 Theil Scheidewasser auf 100 Th. Wasser), läßt ihn Sonnenscheine und Luftzuge abtrocknen, wiederholt dies drei Mal, putzt dann n lose anhängenden Rost mit einer Kratzbürste von Eisendraht weg, erneuert ferner s Befeuchten, Trocknen und Abkratzen in derselben Weise: so entsteht nach und ch eine feste und schöne braune Färbung. Um diese dunkler zu machen, gebraucht an zur Fortsetzung der Arbeit eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in m 500fachen Gewichte destillirten Wassers, womit man ebenso verfährt wie vorher it der Salpetersäure. Durch mehrere Anstriche mit der Silberauflösung kann zuletzt e Farbe bis fast zum Schwarzen gebracht werden. Den Schluß macht man jeden-lls mit Reinigung durch die Kratzbürste und Einreibung einer sehr geringen Menge achs.

Ein anderes Verfahren ist folgendes: 1 Theil Scheidewasser, 1 Th. versüßter alpetergeist, 2 Th. Weingeist, 3 Th. Kupfervitriol in 64 Th. Wasser aufgelöst und Th. Eisenchloridlösung von 1,5 spez. Gew. werden zusammengemischt. Man benetzt en Lauf (der durch Abreiben mit Kalk gut von Fett gereinigt sein muß) mit dieser lüssigkeit, läßt ihn an der Luft trocknen, reibt ihn mit einer Kratzbürste von Eisen-raht kräftig ab, und wiederholt das Benetzen, Trocknen und Abkratzen mehrmals. a nur die Theilchen des Rostes und des (aus dem Vitriol) auf das Eisen niederge-allenen Kupfers darauf bleiben, welche der Reibung der Kratzbürste widerstanden aben, so hält die braune Farbe sehr fest. Der Lauf wird zuletzt mit heißem Wasser bgewaschen, abgetrocknet und mit einem Polirstahle geglättet.

Man kann auch 1 Theil zum Trocknen abgedampftes Zinkchlorid mit 2 Th. upfervitriol in 48 Th. Wasser lösen, die Flüssigkeit nöthigenfalls durch einige ropfen Salzsäure völlig klar machen, 3 oder 4 Mal mit einem Läppchen aufstreichen, as Eisen abwischen, und ferner im Laufe von 3 bis 4 Tagen noch etwa 10 Anstriche eben, von welchen man einen jeden nach dem Trocknen abbürstet, bevor der folgende egeben wird.

Eine Auflösung von Eisenvitriol im 22fachen Gewichte Wasser, versetzt mit inigen Tropfen Salpeteräther und Schwefeläther, wird in Paris zum Brüniren an-gewendet, wirkt aber sehr langsam; man kann die Wirkung beschleunigen, indem man eine größere Menge Salpeteräther oder ein Zehntel vom Gewichte des Eisenvitriols Salpetersäure (gewöhnliches Scheidewasser) zusetzt.

Sehr brauchbar, um Eisen- oder Stahlsachen eine schöne mattgraue Farbe zu er-theilen, ist die nachstehende Methode: Man löst 2 Theile krystallisirtes Eisenchlorid, 2 Th. Spießglanzbutter und 1 Th. Gallussäure in möglichst wenig (4 bis 5 Th.) Wasser auf und reibt mittelst eines Schwammes die Eisen- oder Stahlware mit dieser Mischung ein. Alsdann läßt man an der Luft trocknen und wiederholt diese Behandlung mehr-mals. Zuletzt wird mit Wasser abgespült, getrocknet und mit Leinölfirniß abgerieben. Die Farbe fällt desto dunkler aus, je öfter und länger das Einreiben mit obiger Flüssig-keit Statt gefunden hat. Nöthig ist zum Gelingen die höchste Konzentration der in Anwendung gebrachten Spießglanzbutter, welche letztere deshalb nicht flüssig, sondern fest sein muß.

Ein schöner und haltbarer schwarzer, sicher vor Rost schützender Ueberzug ist mit-telst der nachfolgenden vier Flüssigkeiten hervorzubringen: Nr. 1 Auflösung von Queck-silbersublimat und Salmiak; Nr. 2 Auflösung von Eisenchlorid und Kupfervitriol, ge-mischt mit Salpetersäure und Weingeist; Nr. 3 Auflösung von Eisenchlorid und Eisenchlorür, gleichfalls mit Salpetersäure und Weingeist vermischt; Nr. 4 sehr verdünnte Auflösung von Schwefelkalium. Man tränkt einen Schwamm sehr schwach mit Nr. 1, bestreicht den gehörig entfetteten Gewehrlauf, und wiederholt dies, nachdem die entstandene Oxydkruste getrocknet, mit zerstoßenem Hammerschlag abgerieben und mit Leinwand rein abgewischt ist. Dieselben Behandlungen sind nach jedem der folgenden Anstriche vorzunehmen. Zu-nächst werden mehrere Anstriche mit Nr. 2 gegeben, dann ein reichlicher Anstrich mit Nr. 3. Trocken geworden wird nun der Lauf etwa 10 Minuten lang in kochendes Wasser ge-legt; ferner abgewischt, wieder mehrmals mit Nr. 3, ein Mal stark mit Nr. 4 bestrichen,

getrocknet, neuerdings in kochendes Wasser getaucht, abgewischt, einigemal mit der Flüssigkeit Nr. 3 (die man jetzt stufenweise mehr mit Wasser verdünnt) benetzt, getrocknet, mit e[twas] wenig Olivenöl überwischt, in Wasser von 60° C. getaucht, schließlich mit Wollenze[ug] stark gerieben und schwach geölt.

XXV. Schwärzen der Eisenwaren.

Auf welche Weise kleine Eisengußwaren mit einem schwarzen Ueberzuge versehe[n] werden, ist S. 97 angeführt worden. Gegenständen von Eisendraht, als: Kettchen, Kleiderhaften, Stecknadeln, Haarnadeln, sowie Nägeln, Schnallen und anderen kleinen geschmiedeten Waren ertheilt man einen glänzend schwarzen, firnißartigen Ueberzug, indem man dieselben durch Begießen und Umschütteln gleichmäßig mit wenig Leinö[l] benetzt; sie in eine über Flammenfeuer stark erhitzte (jedoch nicht glühende) Pfanne von Eisenblech wirft; wenn sie zu rauchen anfangen, die Pfanne vom Feuer entfern[t] und umschüttelt, und dieses abwechselnde Erhitzen und Umschütteln so lange wiederholt, bis die schwarze glänzende Farbe erschienen ist. Dann überläßt man die zugedeckt[e] Pfanne der Abkühlung. — Grobe Waren von geschmiedetem Eisen schwärzt man, in dem man sie — fast glühend heiß — mit Pech, Talg, Wachs, Horn oder Steinkohlentheer einreibt. Gewehrläufe erhitzt man in einem Feuer von Holzkohlenklein, bis si[e] blau anlaufen, nimmt sie dann heraus und bestreicht sie mit Fett (Knochenöl); durch Wiederholung dieses Bestreichens unter nöthigenfalls erneuertem Erhitzen entsteht zuletzt eine gleichmäßige und schöne schwarze Farbe.

XXVI. Anstreichen, Firnissen und Lackiren.

Eine Menge Metallarbeiten werden mit flüssigen Zubereitungen überstrichen, welche, nachdem sie darauf eingetrocknet sind, einen dünnern oder dickern Ueberzug bilden und so theils zur Verschönerung dienen, theils die oxydirende Einwirkung der Luft, des Wassers 2c. abhalten oder das Anlaufen und Fleckigwerden beim Anfassen mit den Händen verhindern. Es versteht sich von selbst, daß die edlen Metalle (also Gold, Silber, Platin) und die vergoldeten, versilberten, platinirten Gegenstände) niemals einer solchen Zurichtung unterworfen werden, sowohl weil ihre Schönheit dadurch nichts gewinnen, vielmehr nur verlieren könnte, als weil gerade sie der Oxydation nicht unterworfen sind. Unedle Metalle werden, sofern sie eine gefällige Farbe haben und einen schönen Glanz annehmen (wie Kupfer, Messing, Tombak, Bronze), am liebsten mit durchsichtigen Ueberzügen versehen, welche ihrer Oberfläche Schutz gewähren, ohne sie zu verbergen. Dagegen bringt man auf den geringeren Metallen (Eisen, Blei, Zink) regelmäßig nur undurchsichtige, deckende Ueberzüge an. Die Zubereitungen für diese verschiedenen Fälle theilen sich in drei Klassen: Anstriche, Firnisse und Lacke — Namen, unter welchen jedoch häufig Verwechslungen eintreten.

A. Unter **Anstrich** versteht man eigentlich einen mit dem Pinsel (zuweilen mit einer Bürste) aufgetragenen undurchsichtigen Ueberzug geringerer Art, also meist auf groben und großen Gegenständen. Dazu dienen sehr oft die gewöhnlichen Oelfarben, deren Zubereitung und Anwendungsweise in dem die Verarbeitung des Holzes behandelnden Abschnitte näher angegeben wird. Auf Eisenwerk geht dem Aufstreichen der eigentlichen Farbe das Grundiren voraus, welches mit Mennige, Bleiweiß, Grünspan oder fein präparirtem thonigen Rotheisenstein (Eisenmennige, minium de fer), in Leinölfirniß abgerieben, geschieht. Zink ist am besten mit Zinkweiß zu grundiren. — Große gußeiserne Maschinenbestandtheile u. dgl. streicht man nicht selten mit heißem Steinkohlentheer an, in welchen gepulvertes Reißblei eingerührt ist. Soll hierbei ein vollständiger Schutz gegen Rosten erzielt werden, so ist die vorhergehende Erzeugung einer dünnen Quecksilberschicht (durch Reinigung des Eisens mit Salzsäure, Eintauchen in mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung und hierauf in eine Lösung von Quecksilbersublimat) ein empfehlenswerthes Mittel[1]. —

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 465.

Theil Asphalt (Judenpech) und 1 Th. Kolophonium, beide gröblich zerstoßen und zusammen mittelst der Hitze in 8 Th. Kienöl aufgelöst, geben einen guten schwarzen Anstrich für grobes Eisenwerk; derselbe kann nöthigenfalls beim Auftragen durch Zusatz von noch etwas Kienöl verdünnt werden. — Erdtheer, den man in einem Kessel durch Abdampfen von einem Theile seines Oelgehaltes befreit, dann heiß auf das ebenfalls erhitzte Eisen aufstreicht, ist ein sehr zäher und haltbarer Ueberzug, welcher allen Unbilden der Witterung widersteht und zur Verschönerung mit einer beliebigen Oelfarbe gedeckt werden kann. Gußeiserne Wasserleitungsröhren pflegt man in- und auswendig zu theeren, was am besten durch Eintauchen geschieht[1]. — In England hat man schmiedeiserne Brücken mit Bleiweißfarbe auf folgende Weise überzogen: Zuerst wird das Eisenwerk mit stählernen Instrumenten abgekratzt, mit Drahtbürsten und endlich mit scharfen Borstenbürsten sorgfältig gereinigt; dann streicht man alle Fugen, Vertiefungen, Risse ꝛc. mit Kitt von Mennige, Bleiweiß und Leinölfirniß aus, und bürstet nach dem Trocknen desselben abermals. Hierauf gibt man mit Pausen von 8 bis 14 Tagen vier Anstriche einer aus 560 Theilen reinem Bleiweiß, 33 Th. rohem Leinöl, 18 bis 36 Th. ohne Bleiglätte gekochtem Leinöl und etwa 18 Th. Terpentinöl bereiteten Farbe. Der vierte Anstrich wird im frischen Zustande mit feinem und trockenem weißen Sande gleichmäßig bestreut. — 1 Th. Guttapercha, 2 Th. Kolophonium und 1 Th. Schellack in 17 Th. rektifizirtem Steinkohlentheeröl mittelst Wärme (70 bis 75° C.) aufgelöst und mit beliebigen Farbstoffen versetzt, geben einen guten Anstrich für Maschinentheile. — Eisernen Oefen, welche durch Einbürsten von Graphitpulver auf gewöhnliche Weise geglänzt sind, kann man mittelst Wasserglasauflösung und geeigneter Farbstoffe — gebrannten Ockers, Kolkothar, Ultramarin, Zinkweiß, Bronzepulver (S. 167) — haltbare Anstriche geben, wobei sie aber so heiß sein müssen, daß die Flüssigkeit augenblicklich verdampft, ja während des Anstreichens zischt. Für Oefen, die schwarz bleiben sollen, ist ein brauchbarer Anstrich aus 10 Th. gemahlenem Graphit, 10 Th. Kienruß, 3 Th. Kolophonium in 27 Th. Weingeist von 90 Prozent aufgelöst, zu bereiten und statt des trockenen Graphitpulvers anzuwenden. — Um eiserne Gegenstände gegen Rost selbst in Seewasser zu schützen, wird zweimaliges Anstreichen mit einer aus 4 Th. sehr feinem Ziegelmehl, 1 Th. Bleiglätte und der nöthigen Menge Leinölfirniß breiartig angeriebenen, durch Terpentinöl verdünnten Farbe empfohlen. — Neuerlich ist als ein vorzüglicher (weit besser als die Mennig- und Bleiweißfarbe den Rost des Eisenwerks verhindernder) Anstrich die sogenannte Diamantfarbe, *grey minium*, in Gebrauch gekommen, welche aus feingemahlenem Graphit und Leinölfirniß besteht. — Der sogenannte galvanische Anstrich (peinture galvanique) ist bestimmt, das Galvanisiren oder Verzinken (S. 442) bei solchem Eisenwerk zu ersetzen, welches dieser Zubereitung nicht unterworfen werden kann. Er besteht aus sehr feinem Pulver von metallischem Zink, welches mit Leinölfirniß angemacht wird, und dem man einige färbende Stoffe (z. B. Kolkothar) zusetzen kann; seine Tauglichkeit scheint einigem Zweifel zu unterliegen.

Aus Draht gemachte Gegenstände, wie Vogelkäfige u. dgl., mit Oelfarbe anzustreichen ist eine sehr zeitraubende Arbeit, zumal wenn man darauf hält, die Farbe gehörig dünn und gleichmäßig aufzutragen. In diesem Falle kann eine Zentrifugalmaschine vortheilhafte Anwendung finden. Auf einer 1,8 m im Durchmesser haltenden horizontalen Scheibe sind vier mit Deckel zu verschließende Blechkästen angebracht. Nachdem die Gegenstände in ein tiefes mit Farbe gefülltes Gefäß untergetaucht und wieder herausgezogen sind, läßt man sie eine kleine Weile abtropfen, legt oder hängt sie sofort frei in die erwähnten Kästen und schließt deren Deckel; hierauf dreht ein Arbeiter mittelst Kurbel und einfachen Riemscheiben-Vorgeleges die Scheibe ein paar Minuten mit großer Geschwindigkeit um, wodurch aller Ueberfluß von Farbe abgeschleudert wird.

Kleinere blanke Eisen- und Stahlgegenstände, welchen nicht durch einen Anstrich ihre metallische Oberfläche benommen werden darf, pflegt man vor Rost bei der Aufbewahrung dadurch zu schützen, daß man sie einölt, d. h. mit einem nicht trocknenden fetten

[1] Mittheilungen 1863, S. 335.

Oele (feinem Olivenöl, noch besser **Klauenfett**) überwischt. Statt dessen ist Bestreich mit einer kalt bereiteten Auflösung von weißem Wachs in Benzol empfohlen worden.

B. Mit dem Namen **Firniß** (vernis, *varnish*) und dem fast gleichbedeute genommenen: **Lack**, **Lackfirniß**, **Harzfirniß** (laque, *lacker*, *laquer*, *lac-varnis* bezeichnet man gewisse Harzauflösungen, welche — auf Metalle oder andere Körp gestrichen — nach dem Eintrocknen einen glänzenden Ueberzug hinterlassen. **Lack** i bestimmter und genauer bezeichnend, als **Firniß**, indem man unter letzterer Bena nung auch manche Flüssigkeiten mit begreift, welche kein Harz enthalten, aber in de Eigenschaften und Anwendungen den Harzfirnissen verwandt sind: insbesondere de durch Kochen des Leinöles, Hanföles, Nußöles, Mohnöles (für sich oder mit Bleioxyd entstehenden **Oelfirniß**, **Leinölfirniß** (**gekochtes Leinöl**, vernis gras, huil lithargirée, *oil-varnish*, *boiled-oil*, *drying-oil*, *dry oil*).

Die Harzfirnisse sind von einander verschieden theils durch die Art der dari enthaltenen Harze, theils durch die Beschaffenheit des Auflösungsmittels. In erstere Beziehung ist zu bemerken, daß die vorzüglichsten zu Firnissen angewendeten Harz folgende sind: Lackharz oder Gummilack (sowohl Schellack als Körnerlack), Mastix Sandarach, Elemi, Anime, Dammarharz, Kopal, Bernstein. Nach dem angewendeten Auflösungsmittel zerfallen die Firnisse in drei Klassen: **Weingeistfirnisse** (vernis spiritueux, vernis à l'alcool, *spirit-varnish*), welche aus Auflösungen eines ode mehrerer Harze in 85- bis 90-prozentigem Weingeiste bestehen; — **Terpentinfir nisse** (vernis à l'essence, *lac-varnish by oil of turpentine*), bei denen das Ter pentinöl zur Auflösung der Harze gedient hat; — **fette Firnisse**, **Oel-Lackfir nisse** (vernis gras, *oil-varnish*), welche Auflösungen von Kopal oder Bernstein (zu weilen mit Zusatz anderer Harze) in gekochtem Leinöl (s. oben) sind, und nur zum leichteren Ausstreichen mit Terpentinöl verdünnt werden.

Der Zweck bei dem Gebrauche der Firnisse ist verschieden. Entweder will man mit einem durchsichtigen Firnisse die Oberfläche eines Gegenstandes überziehen, nicht um dieselbe zu verstecken, sondern nur um sie zu verschönern und vor den Einflüssen der Luft, der Feuchtigkeit, vor Schmutz ꝛc. zu sichern (eigentliches **Firnissen**, vernir, *varnishing*); oder es ist die Absicht, einen dickeren, dauerhafteren, farbigen Ueberzug hervorzubringen, unter welchem die natürliche Oberfläche des Körpers nicht mehr zu erkennen ist (**Lackiren**, vernir au four, *japanning*, wozu fast ausschließlich die Oel-Lackfirnisse angewendet werden). Auf Metallarbeiten wird das **Firnissen** sehr all gemein als ein Mittel angewendet, um feine Gegenstände, besonders aus Messing und Tombak, vor dem Anlaufen durch die Luft, durch das Betasten u. s. w. zu schützen. Manchen Messingwaren sucht man dadurch zugleich eine schönere, goldähnliche Farbe zu geben, in welchem Falle man sich der sogenannten **Goldfirnisse** bedient, die auch dazu angewendet werden können, um Waren aus Zinn, aus Weißblech, ja selbst aus Eisen, ein messingartiges oder entfernt goldähnliches Ansehen zu geben.

Wo es nicht auf Verschönerung der Farbe ankommt, kann zum Ueberziehen messin gener Waren ein Firniß aus 1 Theile Schellack und 5 Th. Weingeist, — oder 1 Schel lack, 1 Mastix, 7 Weingeist, — oder 8 Schellack, 2 Sandarach, 1 venetianischem Ter pentin, 50 Weingeist, dienen. Weniger gefärbt als diese **Schellack-Firnisse**, und fast farblos ist folgender **Sandarach-Firniß**: 12 Sandarach, 6 Mastix, 2 Elemi, 1 venetianischer Terpentin, 64 Weingeist. **Goldfirniß** mit Weingeist erhält man nach folgenden Vorschriften: 2 Körnerlack, 2 Mastix, 1 Gummigutt, 14 Weingeist; — 2 Kör nerlack, 4 Sandarach (oder statt dessen 2 Mastix), 4 Elemi, 2 Gummigutt, 2 Drachen blut, 1 Kurkumewurzel (die auch wegbleiben kann), 45 Weingeist; — 4 Schellack, 4 Sandarach, 2 Mastix, 5 venetianischer Terpentin, 1 Kolophonium, 4 Drachenblut, 4 Gummi gutt, 70 Weingeist; — 2 Schellack, 2 Körnerlack, 2 Orlean, 6 Gummigutt, 1 Safran, 15 Weingeist. Um beliebige Abstufungen von Hellgelb und Röthlichgelb zu erhalten, ist es am besten, daß man sich getrennte Auflösungen oder Auszüge der färbenden Sub stanzen (Gummigutt, Kurkume, Safran, Orlean, Drachenblut, Kochenille, geraspeltes San delholz) mit Weingeist bereitet, und diese versuchsweise zu einem aus Schellack oder Kör nerlack mit Mastix, Sandarach, Elemi, bereiteten Firnisse zusetzt, bis die gewünschte Farbe

erreicht ist. — Im Allgemeinen werden zur Bereitung der Weingeistfirnisse die Materialien gepulvert, mit dem dritten Theile groben Glaspulvers vermengt (um das Zusammenbacken in einen Klumpen zu verhindern), und mit dem Weingeiste in einem gläsernen Gefäße übergossen, worauf man letzteres, mit Papier zugebunden, an einen lauwarmen Ort setzt und von Zeit zu Zeit umschüttelt. Der fertige Firniß wird abgegossen und durch feine, dichte Leinwand filtrirt.

Beim Firnissen werden die gehörig gereinigten, nöthigenfalls polirten, und nicht ferner mit bloßen Händen berührten Metallgegenstände auf einer von unten durch Kohlenfeuer geheizten Platte so weit erhitzt, daß man sie kaum augenblicklich in der Hand leiden kann (etwa 75° C.), und man streicht den Firniß mit einem breiten, weichen Haarpinsel behende dünn und gleichmäßig auf. Diese Arbeit, sowie das folgende Trocknen, muß an einem staubfreien, auch nicht von Insekten besuchten Orte vorgenommen werden, um Verunreinigungen der gefirnißten Gegenstände zu vermeiden. Das Eintauchen in den Firniß, welches bei kleinen Gegenständen öfters angewendet wird, gibt nicht leicht einen gleichförmigen Ueberzug, wegen der Striemen, welche sich beim Ablaufen des überflüssigen Firnisses erzeugen.

Wenn man sich in den angezeigten Fällen statt der Weingeistfirnisse der Terpentinfirnisse bedienen will, so werden dieselben ganz nach den gegebenen Vorschriften bereitet, nur daß statt Weingeist eine gleich große Menge rektifizirten Terpentinöles angewendet wird. Beim Auftragen solcher Firnisse verfährt man wie oben; sie trocknen langsamer als die Weingeistfirnisse, sind aber zäher als diese und werden daher durch Reibung nicht so leicht beschädigt. Nebst den oben mitgetheilten Zusammensetzungen kann man folgende zu einem Terpentin-Goldfirnisse benutzen: 8 Körnerlack, 8 Sandarach, 1 Drachenblut, 1/12 Gummigutt, 1/16 Kurkume, 4 venetianischer Terpentin, 64 Terpentinöl.

Blanke Eisen- und Stahlsachen können durch Bestreichen mit einer Mischung aus 5 Theilen Leinölfirniß und 4 Th. Terpentinöl, oder mit hellem, durch rektifizirtes Terpentinöl stark verdünntem Kopalfirniß, wonach man sie an einem staubfreien Orte trocknen läßt, unter Beibehaltung der Farbe und des Glanzes gegen Rost geschützt werden. Ebenso wird Leinölfirniß allein angewendet, welcher einen mehr oder weniger braungelben durchscheinenden Ueberzug bildet. — Auch die Auflösung des Wasserglases ist als rostverhindernder Firniß auf Eisen vorgeschlagen worden.

Das Lackiren (S. 478) findet bei Gegenständen von schwarzem und verzinntem Eisenblech, Zinkblech, auf gegossenen Zinn-, Zink- und Hartblei-Waren, bei verschiedenem Eisenwerk (als: Kutschenbestandtheilen, Maschinentheilen, Vorlegeschlössern, u. s. w.) Anwendung. Die Firnisse, welche man dazu gebraucht, sind der fette Kopal- und Bernsteinlack. Die beiden genannten Harze werden vorläufig in einem kupfernen zylindrischen Topfe auf einem Ofen geschmolzen, bis sie wie Oel fließen; dann wird heißes, vorher schon ein Paar Stunden lang gekochtes Leinöl zugesetzt; die Mischung läßt man (öfters mit Zusatz von Mennige, Bleiglätte, Zinkvitriol, um die trocknende Eigenschaft des Firnisses zu erhöhen) einige Zeit kochen, worauf man sie mit heißem Terpentinöl verdünnt und zum Aufstreichen geeigneter macht. Manchmal werden Mastix, Sandarach, Anime, Asphalt, diesen Firnissen zugesetzt.

Der geschmolzene Bernstein ist dunkler von Farbe als der geschmolzene Kopal, daher man sich zu hellen Firnissen vorzugsweise des letzteren bedient. Die Einzelheiten des Firnißsiedens und die dabei nothwendig zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln (theils um das Gelingen zu sichern, theils um Feuersgefahr zu vermeiden) lernt man aus den Schriften, welche ausführlich über diesen Gegenstand handeln; hier sollen nur noch beispielweise einige Angaben über das Mengenverhältniß der Zuthaten bei verschiedenen Firnissen mitgetheilt werden:

Kopalfirniß (vernis à la copale): 3,5^{kg} bester Kopal geschmolzen, 2,5^{kg} gekochtes Leinöl hineingegossen; einige Minuten später, wenn die Mischung Fäden zieht, 13,5^{kg} Terpentinöl zugesetzt; durch ein feines Drahtsieb filtrirt und zum Gebrauche aufbewahrt.

Anime-Firniß: 4^{kg} Anime mit 13,5^{kg} Leinöl dick gekocht, dann mit 125^{g} Bleiglätte, 125^{g} Zinkvitriol, 125^{g} Bleizucker und 25^{kg} Terpentinöl vermischt.

Bernsteinfirniß (vernis au succin): 6 kg Bernstein geschmolzen, $19^1/_2$ kg gekochtes Leinöl zugesetzt, dick gekocht, mit 37 kg Terpentinöl verdünnt. Der Bernsteinfirniß wird härter und dauerhafter als Kopalfirniß, braucht aber längere Zeit zum völligen Trocknen.

Schwarzer Firniß: Man kocht 58 kg rohes Leinöl in einem eisernen Kessel bei gelindem Feuer; setzt 10 kg egyptischen Asphalt, welches geschmolzen und mit $19^1/_2$ kg Leinöl gemischt ist, zu; macht einen gleichen Zusatz noch drei Mal, und fügt hierauf, unter Umrühren, allmälig 7 kg Mennige, 7 kg Bleiglätte und 3 kg Zinkvitriol bei. Nach diesen Zusätzen muß die Masse wenigstens vier Stunden lang mäßig kochen, bis sie so dick wird, daß eine auf Glas erkaltete Probe sich zwischen den Fingern zu einer harten Pille rollen läßt. Dann löscht man das Feuer aus, setzt nach $1^1/_2$ Stunden 280 kg Terpentinöl zu und gießt den Firniß durch ein feines Drahtsieb. Sollte er nach dem Erkalten zu dick sein, so müßte man ihn von Neuem erhitzen und noch mehr Terpentinöl beimischen.

Schwarzer Firniß für Eisenwerk: 48 kg Asphalt in einem eisernen Kessel geschmolzen und vier Stunden lang gekocht; in den ersten zwei Stunden 7 kg Mennige, 7 kg Bleiglätte, 3 kg Zinkvitriol und 97 kg gekochtes Leinöl zugemischt, das Kochen fortgesetzt, bis eine erkaltete Probe sich zu einem Kügelchen rollen läßt, etwas abgekühlt, und mit 280 bis 300 kg Terpentinöl verdünnt. — Einen schlechteren aber wohlfeileren schwarzen Lack, für grobe eiserne Maschinenbestandtheile u. dgl., erhält man aus 28 kg schwarzem Pech und 28 kg Asphalt geringster Sorte, welche zusammengeschmolzen, 8 bis 10 Stunden lang gekocht und über Nacht stehen gelassen werden, worauf man das Kochen wieder anfängt, 78 kg gekochtes Leinöl zusetzt, nach und nach 10 kg Mennige nebst 10 kg Bleiglätte beifügt, noch drei Stunden lang kocht und mit 180 bis 200 kg Terpentinöl verdünnt.

Das Lackiren auf Blechwaren und auf Metall überhaupt besteht wesentlich darin, daß man den Gegenstand mit einer beliebigen, in Kopal- oder Bernstein-Lack angeriebenen Farbe überstreicht, und darüber, zur Hervorbringung des Glanzes, reinen Kopallack (ohne Farbe) aufträgt. Die Anstriche beider Arten werden einige Mal wiederholt; aber immer muß eine Lage völlig getrocknet sein, bevor man eine neue gibt. Da die fetten Lackfirnisse bei der gewöhnlichen Temperatur sehr langsam trocknen, so beschleunigt man die Arbeit durch Anlegung eigener Trockenstuben oder Trockenöfen, in welchen die lackirten Waren einer Hitze von 50 bis 75° C. ausgesetzt werden. Um die Glätte der Lackirung zu erhöhen, die Spuren der Pinselstriche wegzuschaffen und einen spiegelartigen Glanz hervorzubringen, wird der völlig getrocknete Lack geschliffen und polirt. Das Schleifen (adoucir) geschieht durch Abreiben mit Hutfilz, auf welchen fein geschlämmtes Bimssteinpulver naß aufgetragen wird; zum Poliren (polir, polissage) wendet man, nachdem die geschliffene Firnißfläche mit vielem Wasser abgewaschen und wieder getrocknet ist, geschlämmten Tripel mit Baumöl auf Filz oder weichem Wollentuch an, zuletzt aber trocknen Haarpuder (pulverige Weizenstärke) auf einem alten seidenen Tuche oder auf der flachen Hand, wodurch der Rest des Oeles weggenommen und der höchste Glanz hervorgebracht wird (lustrer, lustrage).

Um z. B. Gegenstände aus schwarzem oder verzinntem Eisenbleche zu lackiren, werden dieselben erwärmt und drei oder vier Mal mit einer schwarzen Grundfarbe aus Umbra, Kienruß, etwas Bleiweiß und Kopal- oder Bernstein-Firniß überstrichen. Bei flachen Gegenständen (Kaffeebretern, Lichtschertellern u. dgl.) trägt man die nämliche Farbe auch auf die untere oder äußere, wenig in die Augen fallende Fläche, welche nicht lackirt wird, auf. Jeder Anstrich wird in der Wärme getrocknet; nach dem letzten aber schleift man mit geschlämmtem Bimsstein. Dann wird die eigentliche Farbe, mit Kopalfirniß angemacht, drei, vier, auch wohl bis sechs Mal aufgestrichen, und wieder jede Lage für sich getrocknet. Als Farbstoffe gebraucht man hierbei: Bleiweiß, Kreide, Ocher, Mineralgelb, Chromgelb, Schmalte, Berlinerblau, Ultramarin, Chromgrün, Schweinfurter Grün, Zinnober, Mennige, Bolus, Englischroth, Umbra, Beinschwarz, Frankfurter Schwarz, Kienruß u. s. w., auch einige Lackfarben, wie Krapplack, Schüttgelb, 2c. Sind die Farbenanstriche beendigt, so schleift man abermals mit Bimsstein, polirt mit Tripel, und trägt nun schließlich, um den Glanz zu geben, zwei Lagen reinen Kopalfirniß auf, der nach dem Trocknen in der Wärme gleichfalls mit Bimsstein geschliffen, mit Tripel und zuletzt

mit Stärke polirt wird. — Malerei wird vor dem Auftragen des Firnisses auf die geschliffene Fläche gemacht, wozu man sich gewöhnlicher Pinsel und der verschiedenen, mit Kopallack angeriebenen Deckfarben bedient, welche oben genannt sind. Zur Vergoldung wird Muschelgold (S. 166) mit Kopalfirniß gleich einer Farbe angewendet; oder man bemalt die Stellen so dünn wie möglich mit rother (für Versilberung mit weißer) Firnißfarbe — auch wohl mit einer Auflösung von Kautschuk in Terpentinöl, worin geschmolzener Kopal (Kopalkolophonium) durch Wärme aufgelöst ist — und legt, bevor diese ganz getrocknet ist, mittelst eines langhaarigen breiten Pinsels Blattgold (oder Blattsilber) auf, welches dadurch fest angeklebt wird. Schattirung auf vergoldeten Zeichnungen bringt man mit einem hellen, durch Drachenblut röthlich gefärbten Kopalfirnisse hervor. Unter Umständen thun kleine und dünne polirte Perlenmutter-Blättchen, unter dem Glanzanstrich in den Lack eingelegt, durch ihr Farbenspiel gute Wirkung. Kupferstich-Abdrücke oder Lithographien werden, gleich der Malerei, unter dem durchsichtigen Firniß-Anstriche angebracht. Man überzieht die geschliffene farbige Fläche mit klarem Kopalfirnisse, benetzt auch die rechte Seite des, mit Wasser feucht gemachten und dadurch erweichten, Kupferstiches mit diesem Firnisse, legt das Blatt mit der bedruckten und gefirnißten Seite auf die Ware, und drückt es sorgfältig überall an. Ist der Firniß trocken geworden, so hat sich die Farbe des Kupferstiches fest mit demselben verbunden, und das Papier kann nun durch vorsichtiges Reiben mit einem nassen Läppchen, zuletzt mit dem Finger, beseitigt werden, worauf man wie gewöhnlich zur Vollendung Kopalfirniß aufträgt. Eine einfachere Methode zur Anbringung der Kupferstiche besteht darin, daß man den auf höchst dünnes (sogenanntes Seiden-) Papier gemachten Druck mit der Rückseite auf die noch klebrige Lackirung andrückt und ohne Weiteres dann den durchsichtigen Glanzfirniß darüber setzt, welcher das Papier so durchsichtig macht, daß sein Vorhandensein nicht bemerkt wird.

Bei Waren, auf deren Bearbeitung weniger Sorgfalt verwendet wird, läßt man die oben erwähnte schwarze Grundfarbe weg, und trägt unmittelbar auf das Metall diejenige Farbe, welche der Gegenstand zeigen soll. — Auf Zink (besonders Blech) hält die Lackirung, sowie überhaupt jeder Anstrich besser, wenn man vorläufig die Fläche mit verdünnter Salzsäure bestreicht und wieder trocken werden läßt; dabei entsteht nicht nur eine gelinde Rauhigkeit, sondern bildet sich auch festhaftendes basisches Chlorzink, welches die Vereinigung des Anstrichs mit dem Metalle vermittelt. Zu demselben Zwecke ist auch eine Auflösung von 1 Theil Kupferchlorid, 1 Th. salpeters. Kupferoxyd, 1 Th. Salzsäure und 64 Th. Wasser empfohlen, wodurch das Zink anfangs schwarz, nach 12 bis 24 Stunden aber schmutziggrau wird. Um Oelfarbenanstriche auf Zink gut haftend darzustellen, soll es schon hinreichen, die Gegenstände zur Erzeugung einer dünnen Oxydhaut einige Zeit der Witterung auszusetzen und unter die Farbe etwas Wachs zu verreiben. — Eisenwerk, welchem man durch das Lackiren mehr einen schützenden Ueberzug als eine eigentliche Verschönerung ertheilen will, überstreicht man blos ein oder zwei Mal mit Bernsteinfirniß (der eine dunkelbraune Bedeckung gibt) oder mit einem der (S. 480) angeführten schwarzen Firnisse. Daß hierbei ebenso wenig von einer besonderen Grundfarbe oder einem Glanzfirnisse, als von Schleifen und Poliren der Anstriche die Rede ist, versteht sich von selbst. — Messingsachen kann man schwarz überziehen, indem man sie mit Bernsteinfirniß, dem Lampenruß zugesetzt ist, dünn bestreicht, und dann so lange erhitzt, bis alle flüchtigen Theile weggetrieben sind.

Sechstes Kapitel.

Besondere Beschreibung einzelner Metall-Fabrikationen.

I. Nägel (clous, *nails*)[1].

Die Nägel sind von sehr großer Mannigfaltigkeit: theils nach dem Metalle, woraus sie bestehen, theils nach der Verfertigungsart, theils endlich nach ihrer Gestalt und nach dem Gebrauche, der von ihnen gemacht wird. Man verfertigt Nägel aus Schmiedeisen, Gußeisen, Kupfer, Messing, Zink, Silber und Gold; sie werden entweder geschmiedet, oder aus Blech mittelst Maschinen geschnitten, oder gegossen, oder aus Draht gemacht.

1) **Geschmiedete eiserne Nägel** (*wrought nails*). — Die allergrößten, beim Schiffbau und zu Zimmerwerks-Arbeiten gebrauchten Nägel werden auf Schwanzhämmern (S. 143) erzeugt; alle übrigen Arten sind Handarbeit. Die Werkzeuge des Nagelschmiedes (cloutier, *nail-smith*) sind einfach und bestehen hauptsächlich in Ambos, Hammer, Blockmeißel und Nageleisen. Der Ambos hat eine länglich viereckige flache Bahn und unterscheidet sich vom gewöhnlichen Schmiede-Ambosse (S. 173) durch seine geringere Größe und durch den Mangel der Hörner. Er steht auf seinem hölzernen Ambosstocke durch die eigene Schwere fest, wenn er groß ist; kleinen Ambossen gibt man aber eine spitzige Angel, mit welcher sie in das Holz eingesteckt werden. Die Bahn wird mit einem Stück Sandstein (Reibstein) etwas mattgeschliffen (abgerieben), damit das Eisen fester darauf liegt. Neben dem Ambosse befindet sich auf dem Ambosstocke ein, die Schneide nach oben kehrender, 200^{mm} hoher und 80^{mm} breiter Meißel (Blockmeißel, Stockmeißel, Nagelschrot, Hauer, tranchet), welcher zum Abhauen des Eisens dient und in Gestalt und Gebrauch wesentlich mit dem Abschrot (S. 182) übereinstimmt. Die Hämmer der Nagelschmiede haben keine Finne, sondern nur eine einzige flache Bahn von quadratischer Gestalt, sind übrigens an Größe verschieden. Die am meisten gebräuchlichen, welche zum Schmieden kleiner Nägelgattungen dienen, wiegen 1 bis 1,3^{kg}, haben eine Bahn von 25 bis 40^{mm} im Quadrat und einen 230 bis 250^{mm} langen Stiel. Wenn beim Schmieden großer Nägel ein zweiter Arbeiter mithilft, so führt dieser einen schwereren Hammer. Das Nageleisen, die Nagelform (clouère, clouière, cloutière, clouvière, *nail mould*) ist ein flachviereckiger gerader Eisenstab, auf dessen oberer Fläche nahe an einem Ende eine Erhöhung (Krone, Haube) hervorragt. Beim Gebrauche wird dieses Werkzeug horizontal liegend befestigt, indem das der Krone nähere Ende auf dem Rande des Ambosses ruht, das andere in einer senkrechten eisernen, 350^{mm} hohen Stütze

[1] Technolog. Encyklopädie, Bd. X. und XXIV. Artikel: Nägelfabrikation.

(Docke) eingekeilt wird, welche neben dem Amboße auf dem Ambosstocke steht. An einigen Orten gebrauchen die Nagelschmiede eine eiserne, 150 bis 200mm hohe Gabel, welche mit ihrer spitzigen Angel aufrecht eingesteckt und auf deren Enden oben das Nageleisen mittelst zweier Löcher fest aufgeschoben wird. Die Krone, welche von Stahl und gehärtet sein muß, ist mit einem senkrechten, ganz durch das Nageleisen durchgehenden, unten sich erweiternden Loche versehen, welches mittelst eines Durchschlages (S. 256) verfertigt, mittelst eines Dornes ausgebildet wird und dessen obere Oeffnung mit dem Querschnitte der Nägel, unmittelbar unter dem Kopfe, übereinstimmen muß.

Man bedarf daher für die verschiedenen Sorten von Nägeln ebenso vieler Nageleisen, bei welchen das Loch von verschiedener Größe und theils quadratisch, theils länglich viereckig, theils kreisrund ist. Ueberdies weichen die Nageleisen auch in der äußern Gestalt der Krone von einander ab, welche oben gerundet oder flach, oder versenkt u. s. w. ist, je nachdem die Form der Nagelköpfe dies erfordert; denn es wird sich ergeben, daß die Bildung der Köpfe auf der Krone des Nageleisens stattfindet. Die Nageleisen zu den gewöhnlichsten Nägelgattungen von mittlerer Größe sind ungefähr 200mm lang, 25mm breit, 12mm dick, und die Krone ist 12 bis 18mm hoch.

Das Eisen, welches der Nagelschmied verarbeitet, ist vierkantiges Stabeisen, zu kleinen Nägeln insbesondere von den dünnsten Sorten, daher gewöhnlich Schneideisen (S. 149) oder, wo es noch vorkommt, Krauseisen (S. 141). Zum Erhitzen desselben dient eine gewöhnliche Schmiede-Esse, welche jedoch meistentheils freistehend gebaut ist, sodaß mehrere Arbeiter, deren Amboße rings umher stehen, sie gemeinschaftlich benutzen können. Jeder Arbeiter hat mehrere Stäbe im Feuer liegen, die er der Reihe nach abwechselnd in Arbeit nimmt und zu neuer Erhitzung wieder einlegt. Man läßt das Eisen zum Weißglühen kommen, weil es sonst bei seiner geringen Dicke zu schnell erkalten würde. Da immer nur das äußerste Ende der Stäbe glühend ist, so können dieselben mit der Hand angefaßt und regiert werden; der Nagelschmied bedient sich deshalb auch keiner Schmiedezange (vergl. S. 178). Er bringt den glühenden Stab auf den Ambos, schmiedet schnell das Ende zu einer schlanken Spitze von gehöriger Länge und Dicke aus, macht in der für die Länge des Nagels bestimmten Entfernung von der Spitze einen Ansatz, indem er diese Stelle über die Kante des Amboßes bringt und oben darauf schlägt (vergl. S. 180), haut auf dem Blockmeißel das Eisen fast ganz durch, wobei über den Ansatz hinaus so viel Eisen an dem Nagel bleiben muß, wie zum Kopfe erfordert wird, steckt den Nagel von oben in das Loch des Nageleisens, wo derselbe wegen des Ansatzes weder ganz hineingehen, noch sich einklemmen kann, bricht durch eine Wendung den nur noch lose am Nagel hängenden Eisenstab ab, formt den über die Krone des Nageleisens hervorragenden Theil des Nagels durch wenige Hammerschläge zum Kopfe, und wirft endlich den fertigen Nagel dadurch heraus, daß er mit dem noch in seiner Hand befindlichen Stabe von unten gegen die Spitze desselben stößt.

Es geht hieraus hervor, daß die Dicke des Nageleisens zusammengenommen mit der Höhe der Krone geringer sein muß, als die Länge des Nagels, damit letzterer unten etwas herausragt. Die kleinsten Nägel, bei welchen dies nicht der Fall sein kann, werden deshalb mit einer kleinen Zange aus dem Nageleisen gehoben. Die Gestalt des Kopfes hängt von jener der Krone auf dem Nageleisen, sowie von der Anzahl und Richtung der Hammerschläge ab, durch welche der Kopf entsteht. Nach jedem Schlage wird der Nagel durch einen kleinen Stoß von unten her, mittelst des Eisenstabes, etwas gelüftet, damit er sich nicht im Nageleisen festsetze. Weil es aber unsicher wäre, mit dem schmalen Eisen genau die Spitze zu treffen, diese auch leicht verbogen werden könnte, so befindet sich unter dem Nageleisen eine gerade schwache Stahlfeder, welche mit in der Stütze festgekeilt ist, und auf deren freies Ende die Spitze des Nagels zu ruhen kommt. Die Stöße mit dem Eisenstabe werden von unten gegen diese Feder ausgeübt. Köpfe von gewissen Formen erfordern zur Verfertigung einen Stempel (S. 184), eine sogenannte Stampfe (daher gestampfte Nägel). Statt diesen Stempel mit der Hand zu führen, ist es in den englischen Nagelschmieden gewöhnlich, ihn in einem Hammer anzubringen, den der Arbeiter mit einem Fußtritt aufhebt und wieder herabfallen läßt. Die gleiche Größe aller Nägel wird nur durch Uebung und gutes Augenmaß erreicht. Jeder Nagel muß in einer Hitze fertig werden; ja von kleinen Nägeln werden oft zwei

in einer Hitze geschmiedet. — Große Nägel werden von zwei Personen geschmiedet, von welchen die eine das Eisen regiert und einen kleinen Hammer führt, die andere dagegen mit einem größern Hammer zuschlägt. Beim Abhauen dieser Nägel legt der Schmied das Eisen auf den Meißel, läßt es durch den Zuschläger völlig durchhauen und faßt den abgefallenen Nagel mit einer kleinen Zange, um ihn in das Nageleisen zu stecken. — Die Behendigkeit, welche geübte Nagelschmiede in der Ausführung ihrer Arbeit zeigen, ist außerordentlich und macht allein den niedrigen Preis der Nägel möglich. Ein einziger fleißiger und geschickter Arbeiter verfertigt des Tages (in 12 Arbeitsstunden) 2000 bis 2500 kleine Schuhnägel, welche etwa 1 kg wiegen; oder 1500 bis 2000 Schindelnägel im Gewichte von 3 bis 4 kg; oder 1500 Schloßnägel, ungefähr 2,5 kg wiegend; oder 1300 Hufnägel, 7,5 kg im Gewicht; oder 500 bis 600 große Bretnägel, deren Gewicht etwa 5 kg beträgt; u. s. w. Der Eisenabbrand erreicht beim Schmieden mittlerer Nägel etwa 8 Prozent.

Für gewisse Nägelsorten kann die Schmiedmaschine (S. 171) als ein die Fabrikation sehr beschleunigendes Herstellungsmittel benutzt werden[1]), wobei kein Nageleisen in Anwendung kommt. Bei Anfertigung der größten Nägel (für den Eisenbahnbau 2c.) wendet man wohl ein eigenthümliches Walzwerk[2]) zum Strecken und Spitzen des Schaftes an, wonach nur die Bildung des Kopfes der Hammerarbeit verbleibt. Der Gedanke, die Nägel sogar gänzlich durch ein Walzwerk zu verfertigen, ist öfters aufgenommen worden[3]), schwerlich jemals mit Vortheil. So fehlt es auch nicht an anderen Maschinen verschiedener Art, welche Nägel aus glühendem Eisen zu bilden bestimmt sind[4]).

Die Sorten der Nägel sind sehr mannigfaltig und führen an verschiedenen Orten zum Theile abweichende Namen. Die Verschiedenheiten liegen theils in der Länge und überhaupt in der Größe; theils in der Gestalt des Schaftes, welcher quadratisch oder flach viereckig, zuweilen in der Nähe des Kopfes rund, übrigens aber vierkantig ist; theils in der Gestalt des Kopfes. Letzterer ist häufig flach, d. h. von der Gestalt einer dünnen, ungefähr kreisförmigen Scheibe, an welcher in der Mitte und rechtwinklig der Nagel sitzt; sehr oft hat er eine zugespitzte, mit vier (seltener acht) Flächen schräg abgedachte Gestalt, gleichsam wie eine niedrige Pyramide; bei anderen Gattungen ist er rund, nämlich auf der oberen Seite wie eine Halbkugel oder ein Kugelabschnitt konvex; zuweilen besteht er aus zwei schrägen Lappen, welche wie eine stumpfe Pfeilspitze an dem Nagel sitzen (aile de mouche). Besondere Arten sind die Querköpfe und die Köpfe der sogenannten Düker. Erstere sind flache Köpfe, aber nicht von kreisförmigem Umrisse, sondern aus zwei ovalen Flügeln bestehend, welche nach entgegengesetzten Richtungen vom Nagel ausgehen und gemeinschaftlich in einer gegen denselben senkrechten Ebene liegen. Mit dem Namen Düker bezeichnet man Nägel mit ganz kleinen, aber dicken, von oben her vierflächig abgedachten, zuweilen auch ganz flachen Köpfen, welche sich eben wegen ihrer Kleinheit, beim Einschlagen der Nägel in das Holz leicht ganz einsenken lassen.

Die vorzüglichsten und meist allgemein gangbaren Nägel-Sorten sind folgende: Schiffnägel, Mühlnägel, Sparrennägel, für Zimmerleute zum Schiff-, Brücken- und Mühlenbau, deren Länge 120 bis 300 mm und darüber (manchmal 600 bis 1200 mm) beträgt; von den größten wiegt das Stück 0,5 kg und mehr, bei 250 mm Länge das Tausend 200 bis 300 kg, bei 220 mm das Tausend ungefähr 150 kg, bei 200 mm 120 kg, bei 170 mm 75 kg, bei 150 mm 45 kg, bei 125 mm 30 bis 33 kg. Alle diese großen Nägel sind quadratisch oder flach und haben pyramidale, mit 4 oder 8 Hammerschlägen gebildete Köpfe, auf welchen eben so viele Abdachungsflächen zu sehen sind. — Bodennägel, Fußbodennägel (clous à parquet, clous à plancher, *brads*), zum Nageln der hölzernen Fußböden, quadratisch oder flach im Schafte, pyramidale, pfeilförmige Köpfe, Flachköpfe, Querköpfe und Düker, 96 bis 110 mm lang, tausend Stück 10 bis 15 kg wiegend. —

---

1) Brevets, 1844, T. 17, p. 37.

2) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1854, S. 577. — Polyt. Centr. 1855, S. 143; 1856, S. 800.

3) Brevets, LXXIII. 24. — Brevets, 1844, T. 47, p. 197. — Polyt. Journ., Bd. 148, S. 407.

4) Répertoire de l'Industrie étrangère, T. I., Paris 1838, p. 100. — Brevets 1844, T. 2, p. 98, 99, 101; T. 38, p. 150. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1864, S. 699. — Bulletin d'Encouragement 1864, p. 577. — Polyt. Journ., Bd. 58, S. 21; Bd. 111, S. 329; Bd. 175, S. 251. — Polyt. Centr. 1865, S. 633.

Lattennägel (clous à lattes, *lath nails*), von denselben Verschiedenheiten der Gestalt, 84 bis 90mm lang, das Tausend = 7,5 bis 10kg. — Halbe Lattennägel, den vorigen in den Formen gleich, 72mm lang, tausend = 6 bis 7,5kg. — Bretnägel, Spundnägel, Dielennägel, Verschlagnägel (clous à planche, clous à madrier, *plank nails*), flach oder quadratisch, pyramidale Köpfe, Flachköpfe, Querköpfe und Düker, 66 bis 70mm, tausend = 4 bis 5kg. — Halbe Bretnägel, halbe Spundnägel, 50mm, tausend = 2 bis 3,5kg. — Schindelnägel (clous à bardeaux, *clasp nails, shingle nails*), quadratisch, statt eines Kopfes dient das dicke, auf etwa 6mm lang flachgeschlagene Ende, welches sich beim Einschlagen in die Schindeln umbiegt; 50 bis 75mm, tausend = 1,5 bis 2,5kg. — Schloßnägel, quadratisch, Flachköpfe und Düker, 36 bis 42mm, tausend = 1 bis 2kg. — Halbe oder kleine Schloßnägel, Rahmennägel, 25mm, tausend = 0,75 bis 1kg. — Schiefernägel (clous à ardoise, *slate pegs*), zum Aufnageln der Schieferplatten beim Dachdecken, quadratisch mit Querköpfen: große, 42mm lang, tausend = 1,5kg; kleine, 33mm, tausend = 1kg. — Tünchernägel, Rohrnägel, quadratisch, Flachköpfe und Düker, 30mm, tausend = 0,75 bis 1,25kg, gegenwärtig durch Drahtstifte verdrängt. — Hufnägel oder Kleppernägel (clous à ferrer, clous à cheval, clous de maréchal, *horse nails, hob-nails*), flach, mit Köpfen verschiedener Form, 38 bis 66mm, tausend = 2 bis 6kg; — Bleinägel (*lead nails, scupper nails*), zum Aufnageln bleierner Platten u. s. w., quadratisch, mit sehr großen, runden, flachen Köpfen, welche auf der untern Fläche vier Zäpfchen oder Warzen besitzen, um mittelst derselben fester im Blei zu halten: große Bleinägel, 36mm, tausend = 3,5kg; mittlere, 30mm, tausend = 2,25kg; kleine, 18mm, tausend = 1,5kg. — Kreuznägel, quadratisch, mit runden (konvexen) Köpfen, deren obere Fläche mit drei sich im Mittelpunkte durchkreuzenden erhabenen Strichen verziert ist, zum Beschlagen von Koffern u. dgl., 12mm lang, tausend = 1kg. — Koffernägel, zu demselben Gebrauche und von der nämlichen Gestalt, nur daß der Kopf glatt ist, 18 bis 25mm lang, das Tausend = 1kg. — Kratzennägel oder Kardätschennägel, zum Aufnageln der Beschläge oder Garnituren bei Woll- und Baumwoll-Kratzmaschinen, quadratisch, flachköpfig, 8 bis 9mm lang, tausend = 0,2 bis 0,25kg. — Sattelnägel, Sattelzwecken (clous de sellier, *saddle nails, saddler's tacks*), für Sattler, quadratisch, Flachköpfe und Düker, 27mm, tausend = 0,5 bis 0,88kg. — Halbe Sattelnägel, quadratisch, flachköpfig, 18mm lang, tausend = 0,5kg. — Schuhnägel, Piffel (clous à souliers, clous de cordonnier, *shoe nails*), von sehr verschiedener Größe und Form, insbesondere: Absatznägel, quadratisch, 18 bis 21mm, tausend = 0,75 bis 2,75kg; Sohlennägel, quadratisch, 6 bis 12mm, tausend = 0,25 bis 1,25kg. — Schusterzwecken (mit welchen die Schuhmacher das ausgespannte Leder auf den Leisten befestigen), ungefähr 25mm lang, rund und scharfspitzig, mit einem kleinen flachen Kopfe, der sehr dick ist und fast ohne auffallenden Absatz in den Schaft sich verläuft; sie werden aus Stahl oder hartem, stahlartigem Eisen verfertigt und nach dem Schmieden durch Ablöschen in Wasser gehärtet. — Absatzzwecken (womit die Schuhmacher den Absatz eines Schuhes oder Stiefels während der Arbeit befestigen), 75mm lang, rund und pfriemenförmig, mit einem würfelförmigen Kopfe. — Den Namen Zwecken (Zwicken) führen auch die Schuhnägel (Sohlen- und Absatznägel) mit kleinen und dicken flachen Köpfen. — Absatzstifte, Formstifte (chevilles à bottes, chevilles de bottes), quadratisch, ohne Kopf, jedoch am dicken Ende gerade abgehauen, 12 bis 35mm, tausend = 0,12 bis 0,5kg. — Stipernägel, quadratisch und flachköpfig, 12 bis 20mm, tausend = 0,25 bis 0,38kg. — Stoßnägel, quadratisch, mit großen und dicken pfeilförmigen Köpfen: große, 25mm lang, tausend = 2kg; kleine, 15mm, tausend = 1kg. — U. s. w. Der Verwandtschaft wegen sind hier auch zu erwähnen die Blechniete und Faßniete (letztere zum Zusammennieten der eisernen Faßreifen), mit flachem oder konvexem runden Kopfe, im Schafte zylindrisch und ohne Spitze (S. 383).

Manche kleine Nägelgattungen werden verzinnt (S. 434); andere mit Leinöl geschwärzt (S. 476); noch andere durch zwei- oder mehrstündiges Scheuern in einer um ihre Achse gedrehten, zylindrischen hölzernen Trommel (600mm lang, 450mm weit) blank und glatt gemacht: die meisten aber bleiben in dem rohen Zustande, in welchem das Schmieden sie liefert. — Gute Nägel müssen eine regelmäßige Gestalt und eine glatte, von Schiefern, rauhen Kanten &c. freie Oberfläche besitzen, vom Kopfe an sich schlank und gleichmäßig verjüngen und in eine scharfe nicht gespaltene Spitze auslaufen; sie dürfen weder spröde sein und brechen, noch durch eine zu geringe Kraft sich biegen.

Die zum Schiffbau, zu großen Zimmermannsarbeiten, für den Eisenbahnbau ꝛc. dienenden langen Nägel werden nach einer in Amerika zuerst ausgeführten Verbesserung so hergestellt, daß man die zu ihrer Anfertigung bestimmten Quadrateisenstäbe glühend windet, um den ursprünglich geraden Kanten die Lage von langgezogenen Schraubengängen zu geben, sie dann in Theile von der erforderlichen Länge zerhaut, an jedem Stücke einen Kopf schmiedet, am untern Ende aber die Schraubengänge in eine Spitze zusammenlaufend ausfeilt. Diese Nägel werden gleich den gewöhnlichen mittelst des Hammers ins Holz getrieben, nehmen aber dabei von selbst eine Drehung an, und schrauben sich ein, wodurch sie nachher gegen das Ausreißen einen größeren Widerstand darbieten als die sonst üblichen nicht gewundenen Nägel. — Daß man gewundene Nägel auch aus schlichtem Eisen in einem geeigneten zweitheiligen Gesenke schmieden kann[1], versteht sich fast von selbst.

2) **Aus Blech geschnittene eiserne Nägel.** (Maschinen-Nägel, geschnittene Nägel, *cut nails*)[2]. — Nach vielen und mannigfaltigen Versuchen, die Erzeugung der Nägel mittelst Maschinen zu bewerkstelligen, ist man endlich fast allgemein bei folgender Methode stehen geblieben, welche sich am meisten praktisch bewährt hat und deshalb häufig in Anwendung ist, obschon sie keine den geschmiedeten an Güte gleich kommenden Nägel liefert. — Das Eisen wird unter einem Wasserhammer zu 150 bis 180mm breiten, 12mm dicken Schienen gestreckt, welche man in Längen von ungefähr 1m abhaut und auf einem Blechwalzwerke in Platten von 0,5 bis 6mm Dicke auswalzt, wie dies für die verschiedenen Nägelsorten nothwendig ist. Beim Walzen muß das Eisen immer in derselben Richtung zwischen die Zylinder gebracht werden und zwar in jener, nach welcher es beim Schmieden hauptsächlich ausgedehnt worden ist: man bewirkt hierdurch eine möglichst vollkommene Ausbildung des fasrigen Gefüges, wogegen die Textur mehr blättrig ausfallen würde, wenn man die Ausdehnung oder Streckung abwechselnd nach verschiedenen Richtungen Statt finden ließe. Die gewalzten Platten werden mittelst einer großen, von Wasser oder Dampf bewegten Schere dergestalt in Streifen von gleicher Breite zerschnitten, daß die Schnitte rechtwinklig gegen die Richtung fallen, in welcher das Blech beim Walzen durch die Zylinder gegangen ist; somit laufen die Fasern des Eisens in den Streifen nach der Quere, und in den daraus geschnittenen Nägeln nach der Länge, was für die Festigkeit der Nägel wesentlich ist. Die Blechstreifen, deren Breite der Länge der darzustellenden Nägelsorte entspricht, werden nun kalt (nicht glühend) in einzelne Nägel zerschnitten. Man bedient sich hierzu stark gebauter, durch Wasser- oder Dampfkraft getriebener Scheren, deren jede von einem Arbeiter versehen wird und 65 bis 70 Schnitte in einer Minute macht. Ein Arbeiter faßt (sofern nicht der Mechanismus selbst die Zuführung und Regierung der Eisenschienen verrichtet) mittelst einer Zange einen Blechstreifen, bietet ihn der Schere dar, rückt ihn nach jedem Schritte vor und wendet ihn zugleich abwechselnd ein Mal ein wenig rechts, ein Mal ein wenig links (oder dreht ihn nach jedem Schnitte um — die untere Fläche nach oben): damit die Schnittlinien nicht rechtwinklig, sondern schief (und zwar abwechselnd in verschiedener Weise) gegen die Achse des Streifens fallen. Das Zerschneiden eines Streifens muß nämlich in einer Art Zickzack-Linie mit sehr spitzen Winkeln geschehen, damit die Nägel keilförmig werden und ein dickeres Ende für den Kopf, ein dünneres als Stellvertreter der Spitze erhalten.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 139, S. 244.

[2]) Jahrbücher, III. 493; XIII. 341; XV. 125. — Polyt. Journ., Bd. 29, S. 427; Bd. 30, S. 86; Bd. 51, S. 95; Bd. 96, S. 434. — Brevets, V. 288; XII. 183; XIV. 271; XX. 286, 294; XXXII. 13. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 1, S. 220; Neue Folge, Bd. 7 (1846), S. 442. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1844, S. 34. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 11 (1844), S. 1. — Brevets 1844, T. V., p. 38; XVIII. 73; XIX. 245. — Schweiz. polyt. Ztschr. 1867, S. 67.

Man sieht hiernach, daß das Kopfende eines jeden Nagels aus derjenigen Seitenkante des Blechstreifens genommen wird, welche die Spitze des vorhergehenden Nagels geliefert hat und auch jene des nächstfolgenden liefert. Ferner ist klar, daß eine scharfe und regelmäßige Spitze bei diesem Verfahren nicht entstehen kann, und daß stets zwei Flächen des Nagels (die ursprünglichen Flächen des Bleches) zu einander parallel sind, mithin die schlanke pyramidale Gestalt fehlt, welche an den geschmiedeten Nägeln meist so vollkommen vorhanden ist. Außerdem ist ein Grath an den Schnittflächen fast unvermeidlich, wodurch die Kanten rauh und unregelmäßig werden. Die genannten Umstände sind Ursache, daß alle geschnittenen Nägel mehr oder weniger ein mangelhaftes, ja schlechtes Ansehen haben und weniger leicht als die geschmiedeten in das Holz eindringen, daher beim Einschlagen sich leichter biegen. Die Rauhigkeit der Kanten ist indessen den Maschinen-Nägeln öfters als Vorzug angerechnet worden, weil sie ein festeres Haften im Holze begründet. Ein Arbeiter kann von Nägeln, die höchstens 1,5 kg das Tausend wiegen, täglich 20,000 bis 25,000 schneiden; von 2 bis 4 kg wiegenden 15,000 bis 18,000; von solchen zu 5 bis 15 kg das Tausend 8000 bis 12,000.

Die Bildung der Köpfe erfolgt, nachdem die geschnittenen Nägel ganz kurze Zeit in einem kleinen Flammofen geglüht und dadurch erweicht sind, auf verschiedene Weise: bei kleinen mittelst des Hammers in einem Nageleisen oder einer Art Schraubstock; bei größeren durch ein Fallwerk [1]), eine Kniehebel-Presse oder eine Schraubenpresse (ein Stoßwerk). Jede solche Maschine erfordert einen Arbeiter zur Bedienung, welcher die Nägel einen nach dem andern in ein Nageleisen oder in eine Art Schraubstock einsteckt, und nach Vollendung des Kopfes wieder herausnimmt. Ein von der Maschine in Bewegung gesetzter, durch starken Druck oder Stoß wirkender Stempel gibt dem dicken Ende des Nagels die Gestalt, welche der Kopf haben soll. Die Nägel werden zuletzt mit grobem Sande oder kleinen Kieselsteinen mehrere Stunden lang in einer Scheuertonne (S. 424) bearbeitet, um ihnen die gröbsten Rauhigkeiten zu nehmen.

Die neueren Nägelmaschinen sind in der Regel von solcher Einrichtung, daß sie das Schneiden und das Anköpfen in unmittelbarer Folge vollführen, also den Nagel sogleich ganz fertig machen [2]), und zwar mit so großer Geschwindigkeit, daß von 40 bis 60 mm langen Nägeln 120 bis 150 in einer Minute geliefert werden. Die Sprödigkeit benimmt man den Köpfen nachher durch Glühen der Nägel. Bei den kopflosen Absatzstiften (S. 485) besteht die ganze Fabrikation in dem Zerschneiden der Schienen allein, welche man hierzu keilförmig (einer Messerklinge ähnlich) auswalzt, um durch Schnitte eines eigenthümlich gestalteten Messers gut zugespitzte vierseitig-pyramidale Stifte zu erzeugen [3]); eine solche Maschine kann bis 300 Stifte in einer Minute schneiden. Aber auch Nägel mit (freilich unvollkommenem) Kopf werden durch eine eigenthümliche Schneidmaschine aus Blech so gemacht, daß der Kopf wie die Spitze ohne Weiteres durch den Schnitt selbst entsteht.

Die Fabrikation der geschnittenen Nägel im Allgemeinen gewährt gegen das Nagelschmieden den nicht unerheblichen Vortheil einer Ersparung an Brennmaterial und einer Verminderung des Eisen-Abbrandes (Verlustes durch Hammerschlag-Bildung beim Glühen). Allein zufolge der schon oben bemerkten Unvollkommenheiten — zu welchen noch kommt, daß die kalt angeschlagenen Köpfe nicht selten beim Eintreiben der Nägel wegbrechen — erreichen die Maschinennägel an Güte nicht die gut geschmiedeten.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 79, S. 429.

[2]) Armengaud, VI. 366. — Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Heeren, 2. Aufl. Bd. II. (1856), S. 728. — Brevets, T. 72, p. 489; T. 87, p. 109; T. 93, p. 85. — Brevets 1844, T. 2, p. 95. — Polyt. Journ., Bd. 132, S. 8. — Berliner Verhandlungen, XXXI. (1852), S. 95. — Atlas III., Taf. 35.

[3]) Armengaud, VI. 362. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 201. — Brevets, T. 55, p. 313; T. 71, p. 193. — Brevets 1844, T. 8, p. 246; T. 22, p. 25; T. 23, p. 152.

Bei einem Sortimente englischer **starker** geschnittener Nägel (Tüker, S. 484) fanden sich die Gewichte für 1000 Stück wie folgt (in der Länge der Kopf nicht mitgemessen):

Länge, Millim.	1000 Stück = Kilogr.	Länge, Millim.	1000 Stück = Kilogr.
20	0,36	75	7,05
24	0,51	86	13,7
27	0,81	96	20,6
32	1,19	110	27,0
37	1,38	124	32,5
44	2,08	147	49,0
50	2,66	170	64,0
65	5,25		

3) **Gußeiserne Nägel** (vergl. S. 88, 6) — werden von verschiedenen Sorten verfertigt. Man formt sie in gewöhnlichen zweitheiligen (gußeisernen) Formflaschen in Sand, und zwar eine sehr große Anzahl zugleich; entweder so, daß in jedem Theile der Flasche die Hälfte der ganzen hohlen Nagelgestalt enthalten ist (wo denn jeder Nagel seiner Länge nach zwei feine Gußnähte erhält); oder besser so, daß in dem einen Flaschentheile die Vertiefungen für die Nägel rechtwinklig gegen die Sandfläche eingestochen oder eingedrückt sind, während der andere Theil nur die kleinen Aushöhlungen für die Köpfe enthält: die letztere Methode ist jedenfalls die einzig anwendbare, wenn die Köpfe unterwärts hohl sind (vgl. S. 103). Das Einformen des Modelles, welches oft einige hundert Nägel, durch zweckmäßige Einguß-Modelle verbunden, enthält, kann mittelst einer Presse erleichtert werden[1]). In jede einzelne Nagelhöhlung fließt das Eisen vom Kopfende her ein. So wie die Nägel aus der Formflasche genommen werden, sind sie sehr spröd und lassen sich daher leicht mit einem eisernen Stäbchen von den Angüssen abschlagen. Man glüht sie dann zwischen gepulvertem Blutstein, um sie weich zu machen (S. 98), und scheuert sie mit Sand in einer Tonne; oft werden sie auch mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und auf die gewöhnliche Weise verzinnt (S. 434). — Eine besondere Art gußeiserner **Spaliernägel** hat man in England, um Drähte an Wänden zum Anbinden von Pflanzen, hinzuziehen. Sie sind 40 bis 50mm lang, am Kopfende mit einem starken runden Oehre von 5 bis 6mm Oeffnung oder zwei solchen Oehren neben einander (zum Durchziehen des Drahtes) versehen, werden in der angezeigten Weise weich gemacht und oft auch verzinkt.

4) **Kupferne Nägel** — werden hauptsächlich beim Schiffbau gebraucht, um den Kupferbeschlag der Seeschiffe zu befestigen, weil eiserne Nägel durch elektrische Wirkung schnell zerstört werden. Diese Nägel werden theils in Sandformen gegossen, theils mit den gewöhnlichen Handgriffen des Nagelschmiedes geschmiedet. Große kupferne **Niete** zum Gebrauch für Kupferschmiede werden ebenfalls oft gegossen; kupferne (auch messingene) **Absatzstifte** dagegen gleich den eisernen (s. oben) aus gewalzten Schienen kalt geschnitten.

5) **Gegossene Bronze-Nägel** zum Aufnageln der Dachschiefer sind den eisernen Schiefernägeln (S. 485) vorzuziehen, weil bei letzteren die Köpfe bald abrosten, und dann die Schiefer vom Winde losgerissen werden. — Bei Befestigung des Seeschiff-Beschlages kommen, wenn dieser aus Messingblech (Muntzmetall, S. 48, 161) besteht, gegossene Nägel von derselben Metallmischung zur Anwendung.

6) **Zink-Nägel** — finden Anwendung beim Dachdecken mit Zinkblech und bei anderen Gelegenheiten, wo Zink genagelt werden muß. Sie sind in solchen Fällen unentbehrlich, weil das Zink bei der Berührung mit anderen Metallen einen elektrischen Zustand annimmt, in welchem es schnell oxydirt und zerstört wird. Versucht man daher, Zinkblech z. B. mit eisernen Nägeln zu befestigen, so entsteht sehr bald um jeden Nagel ein Loch. Die Zinknägel werden aus Stäbchen, welche von gewalzten Platten geschnitten sind, oder aus starkem Drahte, warm (S. 38) geschmiedet und in einem Nageleisen auf die gewöhnliche Art mit den Köpfen versehen. Sie sind stets klein und flachköpfig; von 27mm langen wiegt das Tausend 2,5 bis 2,75kg.

---

[1]) Brevets, T. 18, p. 25.

7) **Drahtnägel** (Drahtstifte, Pariser Stifte, clous d'épingle, pointes de Paris, *wire tacks*)[1]. — Ihr Gebrauch ist bekannt. Man verfertigt sie von sehr verschiedener Größe: die größten sind 150 bis 240 mm lang, 6 bis 9 mm dick; die kleinsten messen nur 6 mm in der Länge und 0,6 bis 0,8 mm in der Dicke. Das gewöhnlichste Material der Drahtstifte ist hartgezogener (nicht ausgeglühter) Eisendraht; Stifte aus Messingdraht sind viel seltener und immer klein; die aus Kupferdraht noch weniger (und nur in größeren Sorten) gebräuchlich.

Folgendes über Dimensionen und Gewicht eines Sortimentes eiserner Drahtstifte gewährt praktische Anhaltspunkte, obschon verschiedene Fabriken hierin von einander abweichen:

Länge, Mill.	Dicke, Mill.	1000 Stück = Kilogr.	Länge, Mill.	Dicke, Mill.	1000 Stück = Kilogr.	Länge, Mill.	Dicke, Mill.	1000 Stück = Kilogr.
6	0,6	0,015	39	1,8	0,810	72	2,8	3,42
7	0,8	0,028	"	2,3	1,145	"	3,2	4,65
9	0,9	0,042	45	1,6	0,730	85	3,3	6,00
13	0,8	0,058	"	2,2	1,350	92	3,5	6,95
"	1,2	0,132	"	2,4	1,545	98	3,5	7,25
17	1,1	0,122	52	1,7	0,910	105	4,0	10,25
20	0,9	0,100	"	2,0	1,250	118	4,5	14,5
"	1,3	0,182	"	2,4	1,890	130	4,5	16,0
26	1,3	0,250	59	2,5	2,155	"	5,0	19,3
"	1,5	0,338	"	2,9	3,050	144	5,4	24,8
"	1,9	0,653	65	2,5	2,340	156	6,0	36,5
32	1,4	0,398	"	2,8	3,180	165	6,7	46,0
"	1,7	0,503	"	3,2	4,335			
"	2,0	0,850						

Allgemein ist stets sehr annähernd

$$P = \frac{l \cdot d^2}{162},$$

in welcher Formel P das Gewicht von 1000 eisernen Drahtstiften in Kilogr., l die Länge und d die Dicke dieser Stifte, beide in Millimeter ausgedrückt, bedeutet.

Für den allgemeinen Gebrauch dienen die Sorten bis höchstens 50 mm Länge; den über dieses Maß hinausgehenden gibt man wohl (sowie einigen kleineren) eigene Namen nach dem vorzüglichsten Gebrauchszwecke, übereinstimmend mit den Gattungen der geschmiedeten Nägel, zu deren Ersatz sie bestimmt sind. So hat man eiserne Drahtstifte unter der Benennung **Schiefernägel** (pointes à ardoise) und **Rohrnägel** etwa 24 bis 36 mm lang mit sehr breiten flachen Köpfen; **Schindelnägel** 54 bis 60 mm lang; **Lattennägel** 54 bis 72 mm, dicker als vorstehende; **Bretnägel** 60 bis 84 mm, noch dicker; **Bodennägel** 84 bis 110 mm; **Schiffnägel** 120 bis 240 mm. — Besondere Arten der Drahtstifte sind: die **vierkantigen** und **dreikantigen**, aus vier- oder dreikantig gezogenem Drahte verfertigt, übrigens von den runden nicht verschieden; die **vierkantigen gewundenen** (Schraubennägel), nach Art der geschmiedeten Nägel mit Schraubenwindungen (S. 486) hergestellt, bei 80 mm Länge z. B. 3 mm dick und eine einzige Windung auf der ganzen Länge enthaltend; **Schuhnägel, Schuhstifte** (béquets, becquets, clous becquets), dicke runde, nur 6 mm lange Stiftchen mit breiten halblinsenförmigen Köpfen; **Absatzstifte**, 6 bis 18 mm lang, rund und von verschiedener Dicke, aber ohne Kopf; **Stiefeleisenstifte**, 18 bis 24 mm lang; **Klavierstifte** (**Stegstifte**) zum Aufspannen der Drahtsaiten, ebenfalls rund und ohne Kopf; **Verbandstifte**, 30 bis 48 mm lang, an beiden Enden zugespitzt.

Der Draht wird in Stücke von 0,6 bis 1 m Länge zerschnitten, welche man geraderichtet (dresser), und dann auf einem trockenen Schleifsteine (S. 343) oder auf dem **Spitzringe** zuspitzt (empointage). Der letztere ist eine schmiedeiserne zylindrische Scheibe von ungefähr 150 mm Durchmesser und 75 mm Dicke, welche am Umkreise mit einem Ringe von Stahl belegt und auf der Stirn mit Feilenhieb versehen ist. Durch ein viereckiges Loch im Mittelpunkte geht eine eiserne Achse, mittelst welcher die

[1]) Technolog. Encyklopädie, IV. 267; X. 245; XXII. 547.

Scheibe zwischen zwei Spitzen, durch Rad, Rolle und Riemen ohne Ende, wie ein Schleifstein sehr schnell umgedreht wird. Der Spitzer (empointeur) faßt mit den Händen eine Anzahl Drähte, legt deren Enden auf den Umkreis des Spitzringes und gibt ihnen zugleich, durch eine eigenthümliche Bewegung der Finger, eine Drehung um sich selbst. Dadurch erzeugt sich sehr schnell an jedem Drahte eine regelmäßige runde Spitze. Die Hand, welche zunächst am Spitzringe die Drähte hält, schützt der Arbeiter durch einen Handschuh vor dem Verbrennen, da die Drähte sehr heiß werden. Die Umdrehung des Spitzringes findet in solcher Richtung Statt, daß die feinen glühenden Feilspäne (welche eine schön leuchtende Feuergarbe bilden) von dem Arbeiter wegwärts fortgeschleudert werden. — Das ganze Büschel der zugespitzten Drähte wird auf ein Mal in solcher Länge abgeschnitten, wie die Größe der Stifte verlangt, sodaß letztere gleich bis auf die Köpfe fertig sind. Man schleift hierauf neue Spitzen an, schneidet wieder ab, und so fort abwechselnd bis der Draht aufgearbeitet ist. Zum Abschneiden dient eine Schere, welche auf einem hölzernen Blocke steht und neben welcher ein Eisenblech so angebracht ist, daß dasselbe von den Spitzen der Drähte eben berührt wird, wenn letztere so weit als nöthig durch die Schneiden der geöffneten Schere hindurchgeschoben sind. Die Entfernung des Bleches von der Schere bestimmt also die Länge der abgeschnittenen Stifte; und da letztere verschieden ist, so muß auch jene Entfernung durch Stellschrauben zu vergrößern und zu verkleinern sein. — Stifte aus ziemlich dickem Drahte, welche nicht mit der Schere geschnitten werden können, haut man einzeln mit dem Hammer auf einem Meißel ab, welcher auf einem hölzernen Blocke steht und mit einer einfachen Vorrichtung versehen ist, um die richtige und gleiche Länge der Stifte zu bestimmen. Das Zuspitzen folgt hier erst auf das Abhauen, weil die großen Stifte lang genug sind, um — unmittelbar oder mit Hülfe eines zangenartig gebogenen Bleches — in der Hand gehalten zu werden.

Die auf dem Spitzringe oder Schleifsteine gebildeten Spitzen der Drahtstifte haben nie einen hohen Grad von Schärfe. Weit besser gelingt es, scharfe Spitzen durch Pressen zu erzeugen. Zu dem Behufe wird der Draht in Stücke geschnitten, welche die doppelte Länge der Stifte haben; man steckt dann jedes einzelne Stück in eine kleine Maschine zwischen vier stählerne Backen, welche durch eine Schraube und einen Hebel sich einander nähern, den Draht in seiner Mitte fassen, zusammendrücken und in zwei gleich lange, zugespitzte Stifte trennen [1]). Leicht läßt sich eine Vorrichtung herstellen, durch welche der Draht ununterbrochen zugeleitet und von der Maschine zugleich abgeschnitten und mit den Spitzen versehen wird [2]). Die gepreßten Spitzen sind durch vier schmale aber verhältnißmäßig lange Facetten gebildet und sehr scharf, zugleich auch durch den ausgestandenen Druck bedeutend hart, so daß sie sich weniger leicht biegen als die angeschliffenen oder auf dem Spitzringe angefeilten.

Die Köpfe der Drahtstifte sind meistentheils flach, d. h. von der Gestalt einer kleinen oben und unten ebenen Scheibe; zuweilen aber rund, d. h. auf der oberen Fläche linsenartig konvex; am seltensten kommen versenkte Köpfe vor, welche wie ein abgestutzter Kegel gestaltet sind, auf dessen kleinerer Grundfläche der Stift sitzt, sodaß beim Einschlagen in Holz der ganze Kopf sich einsenkt. Die flachen Köpfe entstehen, indem man jeden Stift einzeln in eine kleine im Schraubstocke befindliche Kluppe einklemmt und das stumpfe, oben ein wenig herausragende Ende durch einen Hammerschlag zur Form eines kleinen Scheibchens staucht. Hat die Kluppe rund um das hervorstehende Ende des Stiftes eine trichterartige Vertiefung, so bildet sich in letzterer ein versenkter Kopf. Halbrunde Köpfe werden mittelst eines kleinen Stempels hervorgebracht, den man mit seiner angemessenen Vertiefung auf das Ende des Stiftes setzt und oben mit dem Hammer schlägt.

Die erwähnte Kluppe ist in dem Maule mit runden Einkerbungen versehen, welche den Stift umfassen, ohne denselben breit zu quetschen, ihm aber unter dem Kopfe einige

[1]) Berliner Verhandlungen 1834, S. 50.
[2]) Mittheilungen, Lief. 13 (1837), S. 358. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 411.

rstreifen aufdrücken, damit er in Holz, Leder u. s. w., wo man ihn einschlägt, fester t. Die sogenannten Schraubennägel (zum Beschlagen der Schuhe rc.) sind kurze dicke rundköpfige Stifte, welchen jene Streifen bis an die Spitze hin das Ansehen n, als seien sie mit einem Schraubengewinde versehen, daher der Name.

Gegenwärtig ist die im Vorstehenden beschriebene Verfertigung der Drahtstifte ch Handarbeit großentheils von Maschinenarbeit verdrängt. Die Drahtstiften-aschine[1]) muß das Abschneiden, Spitzen und Anköpfen in unmittelbarer Folge richten. Die ersten beiden Operationen sind gewöhnlich Eins, d. h. das Abschnei- wird auf solche Weise bewirkt, daß dabei zugleich die Zuspitzung entsteht mittelst ier stählerner Preßbacken, welche eine vierseitige gepreßte Spitze erzeugen (vergl. 490). Während hierauf der Stift in einer Art Zange festgehalten wird, findet Bildung des Kopfes durch Schlag eines Hammers, besser durch Druck oder Stoß s Stempels, Statt. Auf den dicken Stiften (von 36mm Länge und darüber) den öfters in der Nähe der Spitze vier Längenreihen schräger Kerben eingepreßt, en etwas aufgeworfene Ränder als eine Art Widerhaken wirken, und nebst den erstreifen unter dem Kopfe (s. oben) das Festsitzen der eingeschlagenen Stifte be- dern.

Die quantitative Leistung der Maschinen ist ungefähr folgende:

Maschine	zu	Stiften	von	100	bis	200 mm	—	50	Stück	in	1	Minute
"	"	"	"	50	"	100 "	—	80	"	"	"	"
"	"	"	"	30	"	85 "	—	100	"	"	"	"
"	"	"	"	18	"	55 "	—	120	"	"	"	"
"	"	"	"	18	"	36 "	—	160	"	"	"	"
"	"	"	"	10	"	30 "	—	240	"	"	"	"
"	"	"	"	10	"	20 "	—	300	"	"	"	"

Mittelst einer besondern Maschine sollen die vierseitig pyramidalen kopflosen Ab- stifte aus vierkantig gezogenem Eisendrahte geschnitten werden[2]).

Die eisernen Drahtstifte werden öfters durch Erhitzen auf einer Eisenplatte blau ge- itzt, oder verzinnt, oder mit Zinn angesotten, oder mit Leinöl geschwärzt.

8) **Goldene und silberne Nägel.** — Diese sehr kleinen, jetzt ziemlich seltenen Nä- chen, welche man zum Beschlagen schildpatener Uhrgehäuse (daher Gehäusenägel, rgehäuse-Nägel), zur Verzierung feiner Papp- und Lederarbeiten rc. anwendet, d äußerst kurze Drahtstifte und werden im Wesentlichen wie die eisernen Drahtstifte fertigt; nur daß man die Spitzen aus freier Hand feilt und den Draht mit der Kneip- ge abschneidet. Die Köpfe, welche abgerundet und theils glatt theils kraus sind, wer- auf die (S. 490) angegebene Weise mittelst eines Stempels gebildet. Die Länge des gels beträgt nur 2,5 bis 3, der Durchmesser des Kopfes 1,5 bis 3mm. Die silber- n sind weißgesotten (S. 410), die goldenen gefärbt (S. 411) oder vergoldet; beide ten werden aus stark legirtem Metalle gemacht. — Unechte Gold- und Silbernägel d von Kupfer und versilbert oder vergoldet.

9) **Tapezier-Nägel.** — Hiermit sind nicht alle Nägel, welche von den Tape- zern gebraucht werden, gemeint, sondern nur diejenigen, welche zum Beschlagen polsterter Möbel dienen und große runde (fast halbkuglige) unterwärts hohle Köpfe itzen (Möbel-Nägel). Diese Nägel werden theils im Ganzen aus Messing ge- ssen (S. 103), dann auf der Oberseite der Köpfe abgedreht, öfters auch mit Gold- niß gefirnißt, mit Zinn weiß angesotten oder naß versilbert; — theils verfertigt n Köpfe und Nägel abgesondert und löthet sie dann mit Schnell-Loth zusammen.

---

[1]) Armengaud, II. 410. — Génie ind., IV. 2, 304; V. 86. — Jobard, Bulletin, XXIII. 71. — Brevets, T. 93, p. 101. — Brevets 1844, T. 16, p. 84; T. 18, p. 83; T. 25, p. 21; T. 34, p. 141; T. 39, p. 115. — Polyt. Centr. 1852, S. 1109; 1853, S. 710. — Polyt. Journ., Bd. 127, S. 254; Bd. 128, S. 408. — Kunst- und Gewerbeblatt 1851, S. 347; 1857, S. 43. — Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereins 1860, S. 130. — Atlas III., Taf. 36. — Hütte 1867, Taf. 26.

[2]) Brevets 1844, T. 19, p. 343.

Im letzteren Falle bestehen die Köpfe aus Messingblech, versilbertem Messing Argentanblech oder plattirtem Kupferbleche und werden mittelst des Durchsch verfertigt, dessen Oberstempel man eine konvexe Gestalt gibt, damit er die ru Scheibchen, welche er aus dem Bleche schneidet, zugleich schalenartig hohl biegt. läufiger ist es, flache Scheibchen zu schneiden und dieselben auf der Anke (S. aufzutiefen. Die Stifte der Nägel sind entweder aus Eisen wie gewöhnliche kleine N geschmiedet, oder es sind Stifte von Eisendraht, deren Spitzen auf dem Spitzringe gefeilt, besser aber gepreßt sind. In beiden Fällen besitzen sie einen kleinen fla Kopf, damit sie fester durch das Schnell-Loth mit dem hohlen Blechkopfe verbu werden. Um die Löthung zu bewerkstelligen, werden die Köpfe mit ihrer Wölb auf einer geheizten Eisenplatte stehend erhitzt; man gibt in jeden derselben nebst ei Tropfen Salmiakauflösung (welche sogleich darin auftrocknet) etwas geschmolz Schnell-Loth (S. 388), setzt den Stift oder Nagel mit seinem Kopfe richtig hinein kühlt sogleich das Loth mittelst eines nassen Pinsels ab. Die Löthung, welche oh keine sehr feste Verbindung gewährt, wird umgangen, indem man die Köpfe Messing gießt, — entweder direct auf die eisernen Stifte oder für sich, in wel Falle sie sodann durch Prägen mit den Stiften vereinigt werden.

Man hat auch Nägel der hier besprochenen Art mit Blechköpfen ohne Löthung sammengesetzt, und zur Verfertigung derselben Maschinen angewendet [1]). — Uneigen gehören hierher die Porzellannägel, d. h. Tapeziernägel, welche aus eisernen D stiften mit aufgesetztem großen Kopfe von glasirtem Porzellan bestehen. Zu beson Zwecken dienen Nägel mit großen halbkugligen hölzernen Köpfen [2]).

10) **Nägel mit gegossenen Köpfen**, welche man zum Aufhängen von Bilderrah u. dgl. an den Zimmerwänden gebraucht. Dies sind geschmiedete eiserne Nägel, auf w man durch das (S. 104) beschriebene Verfahren große und dicke messingene Köpfe g (Bildernägel). Bei den billigeren Sorten macht man die Köpfe von Zink und ü zieht sie nur mit Messing.

II. Ketten (chaines, *chains*) [3]).

Die Ketten sind theils geschmiedet, theils gegossen, theils aus Blech oder Dr gemacht. Ihre Formen sind äußerst mannigfaltig, ihr Gebrauch als Zierde, Verbindungsmittel, zum Aufhängen und Aufziehen von Lasten, zum Messen, zur F pflanzung von Bewegungen bei Maschinen, ist bekannt.

1) **Geschmiedete Ketten.** — Das Material zu denselben ist ohne Ausnah Stabeisen; ihre Glieder (mailles, chainons, *links*) sind meistentheils geschwe Ringe von länglich runder Form, welche öfters schraubenartig gedreht werden, durch man ihnen die Neigung nimmt, hin und her zu spielen. Die Verfertig dieser Ketten ist eine einfache Arbeit. Das runde oder quadratische Stabeisen w nöthigenfalls durch Schmieden ausgestreckt und verdünnt, glühend auf dem Ho des Ambosses zur Ringgestalt gebogen, und auf dem Abschrote (S. 182) derge abgehauen, daß die Enden des Ringes ein wenig über einander liegen. Man f diesen Ring durch das zuletzt fertig gewordene Glied der Kette, macht ihn weißglüh und schweißt ihn, flach auf dem Ambosse liegend, durch einige schnell und gut an brachte Hammerschläge zusammen. Das auf diese Weise verfertigte Glied wird zu auf dem Amboshorne gerichtet (um ihm seine regelmäßige Rundung zu geben) — wenn die Kette aus gedrehten Gliedern bestehen soll — mit der Zange zusamm gedreht. Für alle folgenden Ringe oder Glieder wiederholt sich das ganze Verfah

---

[1]) Bulletin d'Encouragement 1857, p. 411, 414. — Génie ind., XV. 16 Polyt. Journ., Bd. 42, S. 403; Bd. 51, S. 105; Bd. 148, S. 281. — Deu Ind.-Ztg. 1872, S. 354.

[2]) Mittheilungen 1856, S. 58.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VIII. Artikel: Ketten.

Die völlig gleiche Gestalt und Größe der Glieder wird am leichtesten mit Hülfe sol-
er mechanischen Vorrichtung[1]) erreicht. Durch ein mit einer Kurbel versehenes Ge-
be wird ein eisernes Zahnrad umgedreht, dessen verlängerte horizontale Achse die Ge-
eines Zylinders von kreisförmigem oder elliptischem Querschnitte hat. Ein glühen-
Eisenstab wird durch Umdrehung des Rades in dicht an einander liegenden Win-
gen um die Achse herumgewickelt. Man haut sämmtliche Windungen an einer Stelle
nn sie elliptisch sind an einer der langen Seiten) schräg mit dem Meißel durch,
erhält so eine Anzahl Ringe, welche auf die schon angegebene Weise in einander
ngt und geschweißt werden. Das Schweißen der Glieder kann unter einer Presse
ell und vollkommen geschehen[2]). — Manche Ketten werden mit Pech oder mit Leinöl
hwärzt, um sie vor Rost zu schützen; andere mit Sägespänen von hartem Holze in
m Rollfasse blank- und glattgescheuert; noch andere verzinnt oder verzinkt.

Die größten Ketten, welche in ihrer Gestalt und Verfertigung einiges Eigen-
mliche haben, kommen auf Seeschiffen vor, wo sie mit großem Vortheile statt der
nals allein üblichen hanfenen Ankertaue gebraucht werden (**Kettentaue**, chaînes-
les, câbles de fer, *chain cables*). Die Glieder derselben sind länglich-rund, und
s derselben enthält ein gußeisernes Querstück, einen **Steg** (étai, étançon, *stud*,
y), welcher den inneren Raum des Ringes in zwei gleich große Abtheilungen
mt. Hierdurch wird einer Verwickelung der Kette vorgebeugt und zugleich die Zu-
mmenziehung der Glieder nach ihrer Breite verhindert, welche sonst bei starker An-
nnung eintreten und die freie Beweglichkeit stören könnte. Zur Verfertigung der
tentaue[3]) dient rundes Stabeisen von 6 bis 50mm Dicke, aus welchem man mit
lfe verschiedener mechanischer Vorrichtungen die elliptischen Ringe oder Glieder
gt. Diese werden sodann in einander gehängt und geschweißt, wie die Glieder ge-
hnlicher Ketten. Während aber der Ring noch glühend ist, wird der gußeiserne
eg mit Hülfe einer Zange in denselben eingesetzt und durch Zusammenhämmern
Ringes, oder durch den Druck einer Hebelpresse befestigt. Durch die Verkleinerung,
che die Ringe beim Erkalten erleiden, wird die Unbeweglichkeit der Stege noch
hr gesichert.

Außer den Ketten mit länglichen Gliedern und Steg (*stud-chains*) werden auch
he mit kürzeren Gliedern (*short-link*) ohne Steg, zu gewöhnlichen Zwecken, auf den
schinen verfertigt.

In Fällen, wo durch Ketten eine große Zugkraft ausgeübt oder einer sehr starken
annung Widerstand geleistet werden muß, und es zugleich nöthig ist, die Ketten
r Rollen oder Walzen zu legen (z. B. bei Drahtziehbänken, Röhrenziehwerken,
förderungsmaschinen in Bergwerken, Kunstrammen, u. s. w.) bedient man sich
er Art geschmiedeter flacher, sehr fester und sehr biegsamer Ketten, deren Glieder
ne Ringe, sondern durch Bolzen verbundene längliche Platten sind (**Gelenkketten**).
e Verfertigung derselben umfaßt das Schmieden und (nöthigenfalls) Ausfeilen
Platten, das Bohren der Bolzenlöcher in denselben, das Schmieden und Abdrehen
zylindrischen Bolzen: lauter Arbeiten, welche nichts Eigenthümliches darbieten.
tten solcher Art müssen vor ihrer Benutzung einer Festigkeitsprüfung unterworfen
rden, wozu besondere Probirapparate im Gebrauch sind[4]).

Man ändert die Gelenkketten in Einzelheiten ihrer Form verschiedentlich ab[5]). Die
tten der Hängebrücken gehören dem Wesen nach hierher, bestehen aber abwechselnd aus

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1848, S. 14. — Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 27, S. 53.

[2]) Jobard, Bulletin, T. 46, p. 290.

[3]) Berliner Verhandlungen, III. (1824), S. 45; XIV. (1835), S. 94. — Brevets, XXVI. 168. — Armengaud, XI. 465; XII. 513. — Génie ind., T. 27, p. 252. — Polyt. Centr. 1862, S. 367.

[4]) Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 3, Bl. 6.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 94, S. 356; Bd. 95, S. 8. — Polyt. Centr. 1840, Bd. 2, S. 617.

sehr langen (stangenähnlichen) und kurzen (plattenartigen) Gliedern[1]). — Starke flac Ketten einer andern Art werden aus gelochten Schmiedeisenplatten, welche durch ova geschweißte Ringe von Stabeisen aneinandergehängt sind, gebildet[2]).

2) **Gegossene Ketten** kommen selten vor. Man kann einzelne Ringe gießen, di halbe Anzahl derselben aufschneiden, mit diesen die unaufgeschnittenen zusammenhänger und endlich die Schnittfugen wieder verlöthen. Es geht auch an, sämmtliche Ringe in Ganzen zu gießen (S. 131). Gußeiserne Ketten dieser Art findet man zuweilen (z. B. als Dekorationsmittel an öffentlichen Monumenten); sie haben aber eben keine empfehlens werthen Eigenschaften.

3) **Ketten aus Draht und Blech.** — Alle sehr feinen Ketten gehören hie her, aber auch manche von größerer und gröberer Art, namentlich zum Gebrauch be Maschinen. In letzterer Beziehung verdient hier die Vaucanson'sche Kette ode Bandkette (chaîne à la Vaucanson) vorzüglich genannt zu werden, welche au geglühtem Eisendraht (bis zu 6 oder 8 mm Dicke), seltener aus Messingdraht, mittels Maschinen[3]) verfertigt wird, und deren Glieder entfernt die Gestalt der Figur ⊔ haben, woran man sich die Enden der zwei senkrechten Zweige zu Oehren umgebogen vorstellen muß. Mit diesen Oehren umfaßt jedes Glied den mittleren Theil des be nachbarten Gliedes, und so entsteht ein bandartiges, rechtwinklig gegen die Ebene der Glieder sehr biegsames Ganzes. Da indessen die Glieder dieser Kette nicht ge löthet oder geschweißt sind, sondern offene Fugen haben, so ertragen sie eine sehr be deutende Anspannung nicht ohne sich aufzulösen. Gleiches gilt von einer ziemlich oft gebrauchten bandartigen Kette, welche abwechselnd aus viereckigen ungelötheten Ringen von Eisendraht und aus kurzen Streifen von Eisenblech, deren rohrartig auf gerollte Kanten die Ringe umfassen, zusammengesetzt ist. — Die schon oben angeführten Gelenkketten müssen auch hier wieder erwähnt werden, indem man dieselben, wenn sie von geringer Größe sind, aus Eisen- oder Stahl-Blech verfertigt und durch Niete von Stahldraht zusammenhängt. Dies ist namentlich der Fall bei den Gelenkketten, welche in Uhren zur Verbindung des Federhauses mit der Schnecke angewendet wer den (Uhrketten, chaînes de montre) und deren Glieder 2 bis 6 mm lang sind. Diese kleinen Plättchen werden aus Stahlblech mittelst des Durchschnittes auf einem einzigen Stoß sowohl ausgeschnitten als mit den beiden Nietlöchern versehen; das Zusammennieten derselben mittelst kurzer Stifte von Stahldraht geschieht aus freier Hand mit dem Hammer.

Unter den für Maschinen anwendbaren Ketten verdienen noch jene von Galle (*chaîne de Galle*) und von Lemoine genannt zu werden. Erstere[4]) ist eine doppelte Gelenkkette, im ausgestreckten Zustande von dem Ansehen einer Leiter, wovon die Sprossen durch die langen Bolzen dargestellt werden. Letztere[5]) besteht aus zweierlei durch Bolzen verbun denen Gliedern von starkem Bleche, die einen ringförmig, die andern gabelförmig, und unterscheidet sich von den Bandketten sowie von den Gelenkketten dadurch, daß sie in allen Richtungen biegsam ist, gleich einer Kette aus in einander hängenden Ringen.

Ganz eigenthümlich ist eine in England erfundene Art großer Ketten mit ovalen ringförmigen Gliedern, deren jedes durch vielfaches Herumwinden eines Eisendrahtes oder eines dünnen Bandeisens gebildet wird. Auf der dazu bestimmten Maschine wird die Kette Glied nach Glied so verfertigt, daß die Glieder sogleich in einander hängen. Zu letzt taucht man die ganze Kette in geschmolzenes Kupfer, um die Windungen der Glieder zu einem kompakten Körper zu verbinden[6]).

Aus Eisen- und Messingdraht werden zu verschiedenem Gebrauche mancherlei Arten, meist kleiner Ketten verfertigt, indem man den Draht mittelst einer Rundzange in die beliebige Gestalt der Glieder biegt und hierauf mit der Kneipzange abkneipt.

---

[1]) Berliner Verhandlungen 1849, S. 128, 168.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 75, S. 264; Bd. 80, S. 245.
[3]) Industriel VI. 578. — Polyt. Journ., Bd. 32, S. 346.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 48, S. 42.
[5]) Jahrbücher, XVI. 275.
[6]) Polyt. Centr. 1840, Bd. 2, S. 614; 1852, S. 1107. — Brevets 1844, T. XIX. p. 239.

Ringförmige Biegungen an den Enden längerer Drahtstücke (wie z. B. bei den Gliedern der Meßketten vorkommen) verfertigt man sehr leicht, genau und gleichförmig mittelst eines eigenen Instrumentes[1]), welches mehrere verwandte Anwendungen zuläßt. Maschinen zur Anfertigung von Drahtketten gibt es verschiedene[2]).

Die äußerst mannigfaltigen und oft künstlichen Formen der goldenen, silbernen und vergoldeten Ketten, welche als Schmuck dienen, sind bekannt. Meistentheils bestehen diese Ketten aus in einander hängenden Ringen von Draht, welcher letztere entweder rund oder halbrund, vierkantig, geplättet rc., ferner bald glatt, bald kordirt (S. 341) oder durch Walzen verziert ist. Die Ringe oder Glieder einer Kette werden gewöhnlich dadurch hergestellt, daß man den Draht in dicht beisammen liegenden schraubenartigen Windungen um ein eisernes Stäbchen (den Dorn oder Riegel) herumwickelt, die so entstandene Röhre herabzieht und der Länge nach mit einer Laubsäge bei ganz dünnem Drahte mit der Ringelschere (S. 251) aufschneidet, wodurch sie in einfache Ringe zerfällt. Daß man letztere beliebig von kreisrunder, ovaler, eckiger Gestalt erhalten kann, indem man sich eines Riegels von entsprechender Form bedient, ist von selbst klar.

Ist der Draht, welchen man über den Riegel windet, nicht ausgeglüht, so bewirkt seine Elastizität eine oft sehr bedeutende Ausdehnung oder gar Formveränderung der gewundenen Röhre, wenn man dieselbe herunter nimmt. Um dies zu vermeiden, glüht man den Riegel sammt dem noch darauf befindlichen Drahte. Das Herabziehen des letzteren nach dem Glühen geht immer leicht von Statten, wenn man die Vorsicht gebraucht hat, den Dorn oder Riegel vor dem Aufwickeln des Drahtes in einfaches oder doppeltes Papier einzuhüllen.

Selten bleiben die in einander gehängten Ringe oder Kettenglieder ohne Löthung; regelmäßig wird vielmehr jedes Glied besonders, mittelst Schlagloth, vor dem Blaserohre gelöthet. Bei kleinen Kettchen löthet man zwei und zwei Glieder fest an ihren Schnittfugen an einander, sodaß zwischen zwei benachbarten Gliedern durchaus eine solche unbewegliche Verbindung mit einem Gelenke abwechselt. Bei der Kürze der Glieder behält die Kette demungeachtet genug Biegsamkeit, und dieses Verfahren erleichtert die Arbeit, gewährt auch eine größere Festigkeit, weil mehr Raum für das Loth vorhanden ist, als wenn man nur die Fuge jedes einzelnen Gliedes damit ausfüllen könnte. Gedrehte Glieder, welche der Kette ein bandartiges, flaches Ansehen geben, biegt man mit der Zange, und zwar jedes einzeln, sogleich nachdem es gelöthet ist. Manche Kettchen werden zuletzt durch ein Zieheisen mit runden oder viereckigen Löchern gleich Draht gezogen.

Welche Feinheit in der Kettchen-Arbeit erreicht werden kann, sieht man an den bekannten goldenen Venetianer-Kettchen, von welchen die feinsten 38 Glieder in der Länge eines Centimeters enthalten und so leicht sind, daß ein Meter nur 1,40 g wiegt.

Manchmal werden die Glieder von Schmuck- und anderen Ketten mittelst des Durchschnittes in beliebiger Ringgestalt aus dünnem Bleche geschnitten und durch Ringelchen von Draht — die man nachher zumeist löthet — an einander gehängt. Ohne solche Verbindungsringe und ohne Löthung der Blechringe selbst entsteht eine sehr haltbare Kette, wenn jedes Glied bei schmaler länglicher Gestalt an jedem Ende eine Oeffnung enthält; das erste Glied doppelt zusammengebogen wird, sodaß dessen Oeffnungen auf einander liegen; das zweite Glied hier durchgeschoben und ebenfalls zusammengebogen wird; u. s. f.[3]). — Die Kugelketten (die man als Uhrketten, als biegsame Schlüsselringe rc. gebraucht) bestehen aus hohlen Blechkugeln mit zwei Löchern und aus kurzen Drahtstiften, welche letztere durch die Löcher zweier benachbarter Kugeln eintretend, innerhalb jeder Kugel ein Köpfchen haben; sie sind fest gegen Zug, sehr biegsam und verwirren sich nie, vertragen aber nicht scharfes Knicken, weil dabei die verbindenden

---

[1]) Jahrbücher, XVIII. 116.
[2]) Génie ind., T. 23, p. 516. — Brevets 1844, T. 31, p. 11; T. 41, p. 154.
[3]) Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1844, S. 175. — Brevets 1844, T. 23, p. 199.

Drahtstiftchen abbrechen oder ausreißen. Um sie zu verfertigen, wird auf einem ersten Prägwerk ein längeres Drahtstück in regelmäßigen Intervallen mit kleinen paarweise angeordneten Köpfchen versehen, sodann über den so vorgerichteten Draht ein gleichlanges dünnes Blechrohr geschoben, welches auf einem zweiten Prägwerk zu kleinen jene Köpfchen paarweise umschließenden Hohlkugeln ausgebildet wird; hierbei bricht der Draht im Innern dieser Hohlkugeln an der hierzu besonders dünn ausgeprägten Stelle entzwei, wie andererseits das Blechrohr in Folge der besonderen Form der Prägstempel an ebensoviel Stellen ringsum zerschnitten wird.

Anhangsweise zu den Ketten kann der Drahthafte, Kleiderhafte, Häftchen, Heftel, Haken (agrafes, *hooks*) und Oehsen (porte-agrafes, *eyes*) gedacht werden, da sie eine Verwandtschaft mit den Drahtkettchen haben. Man verfertigt sie durch Biegen mittelst Handzangen rc.[1]) oder auf Maschinen[2]). Solche Maschinen gibt es auch, um Haken und Oehsen aus (Messing-) Blech zu schneiden[3]); sie bestehen dem Wesentlichen nach in einem Durchschnitte, welcher den Umriß der Stücke und zugleich die Löcher in denselben ausschneidet, den Haken überdies die Biegung gibt, und selbstthätig das Blech fortrückt. Der Haken enthält zwei runde Löcher zum Annähen, die Oehse außer diesen noch ein drittes größeres zum Eingreifen des Hakens. Die Erzeugung beträgt 350 Stück in einer Minute. — Um an den Enden von Drahtstücken (z. B. Klaviersaiten) Schlingen oder Oehsen zu drehen, hat man ebenfalls eine mechanische Vorrichtung (Oehsendreher)[4]).

III. Feilen (limes, *files*)[5]) und Raspeln (râpes, *rasps*)[6]).

Beiderlei Werkzeuge werden auf die nämliche Art verfertigt, da sie sich nur durch den Hieb von einander unterscheiden, welcher bei den Raspeln aus vielen isolirt stehenden kleinen Eindrücken besteht. Jeder solche Eindruck hat neben sich einen scharfen, zahnförmig in die Höhe stehenden Grath, wodurch die Oberfläche des Werkzeuges wie mit kurzen Spitzen ziemlich dicht bedeckt erscheint. Ueber die Beschaffenheit der Feilen ist (S. 345 u. s. w.) ausführlich gesprochen worden.

Feilen wie Raspeln werden in der Regel aus gegerbtem Roh- oder Zementstahle (nur feine und kleine Feilen aus Gußstahl) geschmiedet, dann durch Befeilen oder Schleifen ausgearbeitet, mit dem Hiebe versehen, endlich gehärtet.

Das Schmieden. — Hierzu dient ein Ambos von 50 bis 100 kg Gewicht, welcher eine flache verstählte Bahn von 220 bis 300 mm Länge und 125 bis 150 mm Breite, aber keine Hörner hat. Die Hämmer sind mit einer viereckigen, wenig konvexen Bahn versehen, haben aber keine Finne. In der Regel arbeitet an einem Feuer ein Schmied mit zwei Gehülfen, von welchen der eine den Blasbalg zieht, das Feuer unterhält und den Stahl hitzt, der andere aber als Zuschläger beim Schmieden hilft; nur bei sehr kleinen Feilen ist dieser letztere überflüssig. Dreieckige, halbrunde, runde und Vogelzungen-Feilen müssen in Gesenken geschmiedet werden, welche für die ersten zwei Arten bloß aus einem Untertheile, für die andern beiden aus Unter- und Obertheil bestehen. Diese Gesenke, welche ungefähr 75 mm lang, 36 bis 50 mm breit und 25 mm hoch sind, werden auf dem Gesenk-Ambosse angebracht, welcher aus Eisen besteht (nicht verstählt ist) und auf seiner horizontalen, 200 mm langen, 100 mm breiten Oberfläche der ganzen Länge nach einen 18 mm tiefen Falz besitzt. Dieser letztere ist so breit als die Gesenke sind und läuft von einem Ende zum andern ein wenig keilförmig schmäler zu, damit ein vom weiten Ende hineingeschobenes Gesenk gehörig feststehe.

---

1) Technolog. Encyklopädie, IV. 254. — Polyt. Journ., Bd. 68, S. 362.
2) Brevets, T. 46, p. 184; T. 56, p. 481; T. 62, p. 12; T. 87, p. 203; T. 91, p. 54. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1847, S. 323; 1850, S. 10.
3) Brevets 1844, T. V., p. 145. — Berliner Verhandlungen, XXIII. (1854), S. 63. — Polyt. Centr. 1854, S. 910.
4) Berliner Gewerbeblatt, XXXII. 104.
5) Technolog. Encyklopädie, V. 582. — Holtzapffel, II. 827.
6) Technolog. Encyklopädie, XI. 545.

Flache und viereckige Feilen (die größten Armfeilen ausgenommen, welche man unter dem Wasserhammer bearbeitet) werden in zwei Hitzen fertig geschmiedet: in der ersten wird der Körper und die Spitze der Feile gebildet und das Stück, dessen Dimensionen man an einer Lehre prüft, von der Stahlstange auf dem Abschrote abgehauen; in der zweiten Hitze muß die Angel geschmiedet, die Feile gerichtet (d. h. von etwa vorhandenen Unvollkommenheiten der Form befreit) und der Fabrikstempel aufgeschlagen werden. Bei diesen kleinen Arbeiten kann der Schmied gewöhnlich den Zuschläger entbehren. Meistentheils werden des Vormittags an einem Feuer ununterbrochen Feilen aus der ersten Hitze geschmiedet, und am Nachmittage erhalten diese alle der Reihe nach die zweite Hitze. Gattungen, bei deren Verfertigung ein Gesenk in Anwendung kommt, erfordern drei Hitzen, ungeachtet die Stahlstäbe dazu in angemessener Gestalt und Stärke vorgerichtet werden (z. B. für dreikantige Feilen dreikantig gewalzter Stahl, u. s. w.). In der ersten Hitze wird der Stab frei auf dem Amboße zugespitzt, in der zweiten der Feilenkörper im Gesenk fertig geschmiedet, in der dritten das dicke Ende zur Angel ausgehämmert. Nach Verschiedenheit der Größe und Gestalt der Feilen verfertigen die drei Arbeiter an einem Schmiedefeuer täglich 18, 20 bis 25 Dutzend Feilen. Die geschmiedeten Feilen (*blanks*) werden, um sie für die nachfolgende Bearbeitung recht weich zu machen, in einem kleinen Ofen geglüht und sehr langsamer Abkühlung überlassen: sie verlieren auf diese Weise die Härte, welche sie durch die Hammerschläge beim Schmieden erlangt haben.

Die Ausarbeitung der Feilen nach dem Schmieden hat einen doppelten Zweck: dieselben blank zu machen (daher: blanchissage, *lighting*) und zugleich ihre Gestalt völlig und genau auszubilden. Man erreicht dies durch Feilen oder durch Schleifen. Bei dem ersten Verfahren nimmt man verschiedene Feilhölzer (S. 346) zu Hülfe, auf welche man die zu bearbeitende Feile legt um sie bequem fest zu halten, insbesondere wenn sie dreikantig oder mit runden Flächen versehen ist. Ein Arbeiter feilt des Tages 2 bis 5 Dutzend fertig, nach Verschiedenheit der Sorten. Wiewohl das Feilen eine sorgfältigere Vollendung gestattet, so ist es doch für die allgemeine Anwendung zu kostspielig (wegen Zeitaufwand und Feilen-Abnutzung); in großen Fabriken ist daher das Schleifen gewöhnlicher, wozu man sich 0,9 bis 1,2 ^{m} großer, 150 bis 200 ^{mm} breiter, 100 Mal in einer Minute umlaufender Steine bedient.

Die nach der Länge gehenden Furchen mancher Feilen (z. B. der hohlen Scharnierfeilen S. 352, der Backenfeilen S. 352) werden mit einem Ritzeisen eingerissen: einer 100 bis 150 ^{mm} langen, 18 ^{mm} breiten, auf den Kanten gehörig eingekerbten Stahlklinge, welche an zwei Heften mit beiden Händen geführt wird. — Halbrunde Feilen wollte man, nach einem in England gemachten Vorschlage, als flache Schienen schmieden, ausarbeiten, hauen, zuletzt aber in einem kupfernen Gesenke unter dem Prägwerke hohl (rinnenartig) pressen, und härten. Es ist schwer zu glauben, daß auf diese Weise mit Vortheil gute Feilen herzustellen seien.

Das Hauen (tailler, taille, *cutting*) ist diejenige Arbeit, durch welche der Hieb der Feilen und Raspeln, d. h. ihre regelmäßige Rauhigkeit, hervorgebracht wird. Es geschieht mittelst Meißeln, welche in Größe und Gestalt Verschiedenheiten darbieten. Die Meißel zum Hauen der Feilen insbesondere haben eine zweiseitig zugeschärfte Schneide, welche geradlinig, konkav oder konvex sein muß, je nachdem die Flächen der Feilen eben, rund oder hohl sind. Der Kantenwinkel der Schneide mißt für den Unterhieb 50 bis 57, für den Oberhieb 35 bis 45 Grad. Uebrigens beträgt die Länge der Meißel 60 bis 100 ^{mm}, ihre Breite an der Schneide (die sich nach der Breite der Feilen richtet), 3 bis 50 ^{mm}. Die Meißel zum Hauen der Raspeln haben keine Schneide, sondern eine durch drei zusammenstoßende Flächen gebildete Spitze; man hat auch vorgeschlagen, ihnen eine sehr schmale zungenförmige Schneide (gleichsam eine abgerundete Spitze) zu geben, wodurch die Zähne des Hiebes etwas breit und deshalb wohl dauerhafter werden [1]).

Beim Hauen liegen die Feilen (und Raspeln) auf einem Amboße, Hau-Ambos, das, dessen flache verstählte Bahn gewöhnlich ein längliches Viereck von 180 ^{mm} Länge und 80 ^{mm} Breite ist; öfters macht man dieselbe kleiner, z. B. 70 ^{mm} breit, 120 ^{mm} lang, und versieht sie an einer schmalen Seite in der Richtung der Länge mit einem

[1]) Génie ind., I. 412.

Fortsatze, der ziemlich dem Horne eines Schmiedeambosses gleicht und dem **Feilenhauer** (tailleur, *file cutter*) zum Aufstützen der linken Hand dient. Der Hau-Ambos steckt mit einer spitzigen Angel am untern Ende in einem vierseitigen oder zylindrischen, 600 mm hohen, 250 bis 370 mm dicken Holzstocke, welcher durch eiserne Klammern am Fußboden befestigt ist. Wenn die untere, aufliegende Seite der Feile flach und noch ohne Hieb ist, so dient der Ambos als unmittelbare Unterlage, wobei man ihn mit feinem Sande bestreut, um das Gleiten zu verhindern; ist die Unterseite schon mit Hieb versehen, so schont man diesen durch Unterlegung einer Bleiplatte oder eines Stückes Pappe. Kehrt aber die Feile in der Lage, welche sie während des Hauens haben muß, eine Kante oder eine runde Fläche nach unten, so erfordert sie eine besondere Unterlage, welche auf den Ambos gestellt wird und aus Eisen oder Blei besteht, je nachdem die Unterseite noch glatt oder schon gehauen ist. Die eisernen Unterlagen heißen **Hau-Gesenke**, die bleiernen **Hau-Bleie**, und beide gleichen in der Gestalt den Schmiede-Gesenken (S. 184), indem sie eben solche rinnenartige Vertiefungen besitzen, in welchen die Feilen festliegen können.

Vor dem Anfange des Hauens wird die Feile mit Schweinfett oder Oel leicht bestrichen, dann auf den Ambos gelegt und durch einen doppelten — endlosen — Riemen, in welchen der (auf einer 550 mm hohen Bank reitend sitzende) Arbeiter wie in zwei Steigbügel mit den Füßen tritt, fest niedergehalten. Die Angel ist stets dem Arbeiter zugekehrt; das Hauen beginnt an der Spitze und endigt zunächst der Angel. Auf die Angel steckt man anfangs ein zylindrisches (220 bis 300 mm langes) hölzernes Heft, über welches, während es auf dem Schoße ruht, bequem der erwähnte Riemen geschlagen werden kann; später, wenn die Feile weiter auf dem Ambosse vorgerückt ist, wird das Heft abgenommen und der Riemen nur über die Feile selbst gelegt. Der Feilenhauer hält in der linken Hand den Meißel, in der rechten den Hammer (**Hau-Hammer**), womit er auf jenen schlägt. Der Hammer hat eine quadratförmige, sehr wenig konvexe Bahn und einen 180 bis 300 mm langen Stiel; das Gewicht desselben ist nach der Größe der Feilen sehr verschieden: die kleinsten Hämmer wiegen 22 bis 30 g (zu den kleinen Uhrmacherfeilen), die größten 4 bis 5 kg. Der Meißel muß eine bestimmte schräge Stellung gegen die Oberfläche der Feile haben (vergl. S. 345). Jeder Einschnitt wird mit einem einzigen Schlage gemacht; das schnelle Fortrücken und richtige Aufsetzen des Meißels ist ganz allein Sache der Uebung und des in der Hand liegenden Gefühls. Wenn alle Seiten einer Feile mit dem Unterhiebe versehen sind, so wird letztere mit einer flachen Feile leicht überfahren (**abstreichen**, ébavurer), um den Grath davon zu nehmen; ohne diese Vorsicht würden durch den Oberhieb die Einschnitte des Unterhiebes völlig wieder zugedrückt oder geschlossen werden.

Ein sehr fertiger Feilenhauer macht auf großen und groben Feilen 70 bis 90, auf 12- oder 14zölligen Schlichtfeilen 100 bis 120, auf 12zölligen Bastardfeilen 130 bis 150, auf kleinen Feilen 150 bis 200, manchmal sogar 240, auf der **schmalen** Seite großer Ansatzfeilen gegen 300 Schläge in einer Minute. Den Zeitverlust durch Unterbrechungen wegen Weiterrückens der Feile, Hernehmens neuer Feilen ꝛc. kann man auf ein Drittel der Arbeitszeit anschlagen. Frisch geschliffene Meißel müssen immer zum schnellen Umtausch bereit liegen.

Feilenhau-Maschinen (machine à tailler les limes, *file cutting machines*) sind mehrfach entworfen und versucht[1]), aber ihrer unvollkommenen oder kostspieligen Leistungen wegen wieder aufgegeben worden. Ob die neuesten besonders gerühmten Maschinen ein besseres Schicksal haben werden, muß man abwarten. Das Hauen auf der Maschine unterliegt mancherlei Schwierigkeiten. Vorzugsweise ist zu bemerken, daß fast alle Feilen sich zu einer Spitze verjüngen und mit bauchigen Flächen versehen sind. Vermöge der Zuspitzung sind die Flächen in verschiedenen Stellen der Feilenlänge ungleich

---

[1]) Brevets, LXXI. 224; LXXXIII. 92. — Jobard, Bulletin, XXV. 9. — Génie ind., T. 27, p. 64. — Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins 1863, S. 8. — Polyt. Centr. 1852, S. 921; 1863, S. 529. — Polyt. Journ. Bd. 130, S. 406; Bd. 174, S. 337.

breit, und es kann folglich ein mit bestimmter unveränderlicher Kraft schlagender Hammer nicht überall den Meißel zu gleicher Tiefe eintreiben, wie es doch zur Erlangung eines gleichmäßig beschaffenen Hiebes unerläßlich ist; vielmehr muß der Schlag von gegebener Stärke einen tiefern Einschnitt auf den schmalen Stellen der Feile erzeugen, wo der ihm entgegengesetzte Widerstand geringer ist, und einen seichtern Einschnitt auf den breiten Stellen, wo mehr Metallpunkte widerstehen: daher die Nothwendigkeit, die Stärke des Schlages nach Bedarf zu reguliren. Zufolge der Wölbung der Feilenoberfläche aber muß sich die Richtungslinie des Meißels in Beziehung zum Horizont allmälig ändern, damit ihre Neigung gegen jene Oberfläche stets dieselbe bleibt; und entsprechend muß die Richtung des Hammerschlages sich modifiziren.

Das Härten der Feilen muß auf solche Weise vorgenommen werden, daß der Hieb durch die Glühhitze keinen Schaden leidet (S. 12). Man taucht sie deshalb in einen Brei von Kochsalzauflösung und Roggenmehl, oder bestreicht sie mit einer Mischung von Bierhefen, zerstoßenem gebrannten Horn, Ofenruß, Pferdemist, Kochsalz und Töpferthon, läßt sie in der Nähe des Feuers langsam trocknen, macht sie in der Esse dunkelrothglühend, richtet sie nöthigenfalls mittelst eines hölzernen oder bleiernen Hammers gerade, erhitzt sie noch etwas stärker und härtet sie durch Eintauchen in Regenwasser (welchem Manche etwas Kochsalz zusetzen), wobei die Spitze vorausgeht, die Feile (je nach ihrer Gestalt) vertikal oder schief gehalten wird, und bei flachen Sorten jederzeit die breiten Flächen in vertikaler Ebene sich befinden.

Der erwähnte luftabhaltende und durch seinen eigenen Kohlenstoffgehalt dem Verbrennen des Stahles vorbeugende Ueberzug (die sogenannte Härte) wird oft auch dadurch hergestellt, daß man die kirschroth glühenden Feilen in ein Gemenge von Hornspänen und zerstoßenem Kochsalz steckt und darin umwendet, sie wieder ins Feuer bringt und dieses Verfahren noch zwei Mal wiederholt. Wenn nach dem dritten Male die Feile den zum Härten erforderlichen Hitzegrad bekommen hat, ist der Ueberzug dünnflüssig und bekleidet die ganze gehauene Oberfläche vollständig und gleichmäßig. — Das Essenfeuer zum Hitzen der Feilen wird zweckmäßig mit einem parallelepipedischen Kasten von Mauerwerk eingeschlossen und bedeckt, in welchen man die Feilen durch eine Seitenöffnung so einlegt, daß sie oberhalb der Kohlen (Holzkohlen) und nur in der Flamme sich befinden, weil hierbei eine gleichmäßigere Hitze entsteht und der Grad des Glühens leicht beobachtet werden kann. — Manche Feilen ziehen sich beim Härten krumm; am meisten wird dies bei den halbrunden beobachtet, welche beim Schmieden im Gesenk auf ihrer flachen Seite allein durch die direkten Hammerschläge stark verdichtet sind, daher nach dieser Seite hin leicht eine konvexe (auf der runden Seite eine entsprechend konkave) Längenkrümmung annehmen. Man wirkt öfters diesem Uebel mit Erfolg dadurch entgegen, daß man ihnen vor dem Härten eine entgegengesetzte Krümmung gibt, welche sich durch den Härtungsprozeß geraderichtet (vgl. S. 12). Zeigt sich die (noch etwas warm aus dem Härtewasser gehobene) Feile krummgezogen, so wird sie schnell durch Druck — nicht Schlag — gerade gemacht, und zwar mittelst eines bei der Angel angesteckten eisernen Hebels, welchen der Arbeiter sachte niederdrückt, während die Feile mit der geeigneten Stelle zwischen zwei horizontalen runden Eisenstäben steckt.

Nach dem Härten muß der geringe Anflug von Zunder (Oxyd), welcher trotz des vorstehend beschriebenen schützenden Ueberzuges sich gebildet hat, entfernt werden. In dieser Absicht werden die Feilen — mehrere neben einander auf einem Tische liegend — mit feinem Sand und Wasser mittelst einer steifen Handbürste abgebürstet, dann abgespült; oder in sehr verdünnte Schwefelsäure gebracht und an einer mit Bürsten besetzten, in Wasser umgedrehten Walze gereinigt. Jedenfalls werden sie schließlich auf einer erhitzten Eisenplatte schnell getrocknet, noch warm in Baumöl getaucht und nach dem Abtröpfeln in Papier verpackt.

Das Papier, dessen man sich in England hierzu (sowie zum Einpacken anderer stählerner Gegenstände) bedient, ist aus alten getheerten Schiffstauen gemacht und zeichnet sich ebensowohl durch große Festigkeit als durch Fähigkeit, den Rost abzuhalten, aus. — Die Angel muß — um das Abbrechen beim Gebrauch zu verhindern — vor dem Einstecken der Feile in ihr Heft durch Anfassen mit einer glühenden Zange, durch Eintauchen in stark erhitztes Blei oder auf andere Weise weich gemacht werden. Meist thut man dies schon in den Feilenfabriken, wo zu diesem Behufe mehrere Feilen neben einander durch den Spalt einer horizontalen eisernen Herdplatte so gesteckt werden, daß die

Angeln in das unter der Platte brennende Feuer kommen, die Feilenkörper aber oberhalb der Platte etwa unter 60° gegen den Horizont geneigt stehen.

Feilen, die durch den Gebrauch ganz stumpf geworden sind, läßt man aufhauen, d. h. mit einem neuen Hiebe versehen und neuerdings härten. In diesem Falle muß zuerst die Feile durch Ausglühen weich gemacht und dann der alte Hieb weggeschafft werden. Diesen letztern Zweck erreicht man entweder durch Abschleifen auf einem großen runden Schleifsteine, oder durch Abfeilen, Abziehen. Mittelst gewöhnlicher Feilen kann das Abziehen höchstens dann vorgenommen werden, wenn der alte Hieb sehr fein ist, weil er sonst das Werkzeug zu sehr angreift. Man bedient sich deshalb regelmäßig des Verfahrens, daß man die alten Feilen in hellroth- oder fast weißglühendem Zustande mit einer sehr großen und groben Abziehfeile, Abfeilraspel glättet. Dieses Werkzeug gleicht an Gestalt einer Armfeile (S. 349), ist aber an beiden Enden mit einem hölzernen Hefte versehen, und hat entweder einen groben Raspel-Hieb oder schräg eingefeilte scharfkantige Kerben, welche man mit einem einfachen Feilenhiebe in sehr vergrößertem Maßstabe vergleichen kann. Es gibt einspännige Abziehfeilen (die von einer Person geführt werden) und zweispännige (für zwei Personen). Erstere sind, ohne die Hefte, 500 bis 600 mm lang, in der Mitte 30 mm breit und dick, und wiegen ungefähr 4 kg; letztere haben eine Länge von 750 mm, eine Dicke von 50 mm und ein Gewicht von 10 bis 11 kg. — Große Feilen vertragen eine mehrmalige Wiederholung des Aufhauens, wenn sie neuerdings stumpf geworden sind; aber der Stahl leidet dabei öfters so, daß er durch die neue Härtung nicht den erforderlichen Härtegrad mehr annimmt, und überdies bekommen solche Feilen zuletzt eine schlechte Form, da im Verhältniß zur Länge ihre Dicke zu sehr vermindert ist.

IV. Sägen (Sägenblätter, scies, lames de scies, *saw blades, webs*)[1].

Man gebraucht als Material zu den größten Sägeblättern (z. B. den bis 2 m langen und 200 mm breiten Bretsägen) Rohstahl, zu den gewöhnlichen kleineren Sägen Gärbstahl, zu den feinsten wohl auch Gußstahl. Zur Darstellung großer Sägen werden zuerst unter dem Wasserhammer Schienen geschmiedet, welche man nachher unter einem zweiten solchen Hammer, aber mit größerer Bahn, ebnet und zur Gestalt der Sägeblätter ausbildet. Mittlere und kleine Sägen werden aus gewalztem Stahlblech mit der Schere zugeschnitten. Nachdem die Sägen in Fett (z. B. einer Mischung von 32 Theilen Thran, 8 Th. Talg, 1 Th. Wachs, oder auch in einer Mischung von 4,5 l Fischthran, 1 kg Talg, 0,13 kg Wachs, 0,5 kg Fichtenharz oder auch: 90 l Spermacetiöl, 10 kg Rindstalg, 4,5 l Klauenfett, 0,5 kg Pech und 1,5 kg Fichtenharz) gehärtet, hierauf angelassen und durch vorsichtiges Hämmern auf einem Ambosse flachgerichtet sind, werden sie auf runden, vom Wasser getriebenen Steinen blankgeschliffen, schließlich mit einem Lappen und Eisenhammerschlag, auch Schmirgel, abgerieben.

Die Schere zum Zuschneiden der Sägen aus Stahlblech hat 1,5 m lange Blätter und ist wegen dieser Größe, sowie wegen der bequemen Stellung des davor beschäftigten Arbeiters, von eigenthümlicher Konstruktion. Das unbewegliche, untere, Blatt hat eine horizontale Lage und kehrt die Schneide nach oben; aber das Oberblatt befindet sich an der vordern Seite eines ungefähr quadratischen eisernen Rahmens von 1,8 m Länge und Breite, der sich um Zapfen an den Enden seiner zur Schneide parallelen Hinterseite dreht und beim Arbeiten auf und nieder schwingt, sodaß beim Niedergange die Oberschneide an der Unterschneide vorbeigeht und der Schnitt erfolgt. Um die richtige Gestalt und Größe der Sägenblätter herauszubringen, legt der Arbeiter auf das Materialblech eine Schablone, nach deren Umriß er succeſſiv die nöthigen Schnitte macht, jeden durch eine einzige Bewegung der Schere. — Beim Härten ist es sehr zweckmäßig, sich einer Vorrichtung zu bedienen, in welcher das glühende Blatt angespannt gehalten wird, während man es in das Härtefett taucht: Krümmungen, welche sonst leicht durch das Härten entstehen, werden auf diese Weise ziemlich verhindert. Das Eintauchen muß jedenfalls mit der Kante (nicht mit der Fläche) geschehen. — Metallsägenblätter werden strohgelb oder goldgelb angelassen, Holzsägen (weil sie weniger Härte bedürfen) oft violett oder gar blau. Das Anlassen kann auf verschiedene Weise geschehen, z. B. durch Hinziehen über ein heißes Eisenstück.

[1]) Technolog. Encyklopädie, XII. 152—177.

Bestreuen mit erhitztem Sande, ꝛc. Auch wendet man hierzu eine besondere Vorrichtung an[1]), welche zugleich den Zweck erfüllt, die Blätter geradezurichten und ihnen alle etwa durch das Härten entstandenen Unebenheiten zu nehmen. Man legt nämlich das Sägenblatt zwischen zwei erhitzte eiserne Platten oder Schienen, und beschwert diese durch ein darauf gelegtes großes Eisenstück oder preßt sie mittelst Schraubendruck ein. Manchmal wird überdies gleichzeitig die Säge durch zwei mit Schrauben versehene Zangen an beiden Enden gefaßt und straff angezogen. Man kann mehrere Blätter zugleich anlassen, indem man dieselben abwechselnd mit erhitzten eisernen Schienen schichtet und dann auf angegebene Weise beschwert. Die üblichste Methode des Anlassens ist aber das Abbrennen (S. 14), wobei man mit langen Sägen auf folgende Weise verfährt. Die Säge wird in horizontaler Ebene in einen Rahmen gespannt, der — auf Gleisen laufend — vielmals und ziemlich langsam durch das Mundloch eines mit Flammenfeuer geheizten Ofens aus- und eingezogen wird, bis das Oel, welches man auf die Säge gegeben hat, weggebrannt ist. — Das Richten der angelassenen Sägen durch den Hammer ist eine langwierige, viel Aufmerksamkeit erfordernde Arbeit. Zur Prüfung der Ebene wird dabei immer wieder ein entsprechend langes (in der Mitte 80 bis 150 mm breites, an den Enden schmäleres) Stahlblech mit der genau geradlinigen Kante aufgesetzt. — Das Schleifen verrichtet man auf gewöhnlichem nassen Schleifsteine, gegen welchen die Säge mittelst eines darauf gelegten Holzstückes angedrückt wird; statt dessen kann auch ein Schlitten, worauf die Säge liegt, unter dem Steine durchgeführt werden[2]). — Zum Schmirgeln hat man wohl eine Maschine von folgender einfachen Einrichtung: Arbeiterinnen stehen an einem Tische und jede hat vor sich 1 bis 3 Sägen liegen; der Tisch ist mit Rändern eingefaßt, sodaß er einen Kasten bildet, worin zur Seite ein Häufchen Schmirgel liegt. Von letzterem wird etwas (trocken) auf die Sägen gestreut, dann setzt man eine mittelst Hebels niederzudrückende steife Bürste darauf, und der Tisch nebst den Sägen geht schnell unter der Bürste hin und her. (Vergl. übrigens S. 418).

Die Bildung der Zähne ist meist die letzte Arbeit, obwohl nicht selten, namentlich an großen Blättern, die Zähne schon vor dem Härten gemacht werden; manche kleinere Sägen kommen ohne Zähne in den Handel. Es gibt drei Mittel zur Hervorbringung der Sägezähne: a) Der Durchschlag oder Durchschnitt; b) die Feile; c) der Meißel. — Sägen-Durchschläge hat man von verschiedener Einrichtung, wobei indessen das Hauptwerkzeug, der eigentliche Durchschlag, unverändert bleibt und sich von anderen Durchschlägen (S. 256) nur durch die spitzwinklige Gestalt seiner Endfläche unterscheidet. Es ist nämlich von selbst verständlich, daß die Zähne durch Herausschlagen einer Reihe dreieckiger Stückchen an der Kante des Sägenblattes sich bilden, und daß hiernach die Gestalt des Durchschlages sich richtet. Das Blatt liegt beim Ausschlagen auf einer verstählten Lochscheibe (S. 256), in deren Oeffnung der Durchschlag eintritt. Eine Feder unterhalb der Lochscheibe hebt den Durchschlag wieder empor, während die Säge um den Raum eines Zahnes in der Richtung ihrer Länge fortgeschoben wird. Die Größe dieser Schiebung wird durch einen auf der Oberfläche der Lochscheibe angebrachten Zeiger regulirt, der mit seiner Spitze immer in den zuletzt gemachten Ausschnitt einfaßt. Man kann auch, mit Beseitigung der Lochscheibe, das Sägenblatt horizontal liegend zwischen zwei stählernen, 150 mm langen Backen einklemmen, welche an einer langen Seitenkante mit Einkerbungen von der Gestalt und Größe der Sägenzähne versehen sind: dann dienen diese Kerben als Richtschnur zum richtigen Aufsetzen des Durchschlages; wenn der zwischen den Backen befindliche Theil der Säge mit Zähnen versehen ist, öffnet man die Klemmschraube und rückt das Blatt weiter, um die Arbeit fortzusetzen. — Bei dem Sägen-Durchschnitte[3]) wird der stählerne Stempel, welcher hier die Stelle des Durchschlages vertritt, mittelst einer Schraube oder eines Hebels ꝛc. in Bewegung gesetzt und namentlich im ersten Falle gleicht das Ganze mehr oder weniger dem für andere Zwecke angewendeten Durchschnitte (S. 257). Man bringt auch eine Einrichtung an,

[1]) Brevets, XXVI. 373. — Polyt. Journ., Bd. 122, S. 102.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 156, S. 98.
[3]) Hütte 1857, Taf. 19a, b; 1866, Taf. 19. — Mittheilungen 1864, S. 73. — Polyt. Journ., Bd. 135, S. 173; Bd. 173, S. 402. — Polyt. Centr. 1855, S. 204; 1864, S. 1622. — Schweiz. Z. 1863, S. 113.

um den Durchschnitt vermöge einer mechanischen Zuführung des Sägenblattes ganz selbstthätig zu machen.

Die mit dem Durchschlage oder Durchschnitte gebildeten Zähne müssen, um gehörige Schärfe zu erlangen, nachgefeilt werden; sehr kleine Zähne werden wohl auch ganz allein mit der Feile ausgearbeitet, sowie man sich bekanntlich immer der Feile bedient, um die durch den Gebrauch stumpf gewordenen Sägen wieder zu schärfen. In allen diesen Fällen gebraucht man die eigens hierzu bestimmten Sägefeilen, von welchen (S. 350) die Rede war. — Nur die allerfeinsten Sägenzähne, nämlich jene der Laubsägen und der sogenannten Bogenfeilen (S. 262) werden mittelst des Meißels eingehauen, wobei dieser letztere nur Eindrücke hervorbringt, ohne Theile des Sägenblattes wegzunehmen. Die Laubsägen werden, in einer Länge von 120 bis 150 mm und 0,6 bis 2 mm breit, aus breiten (und zwar, der Wohlfeilheit wegen, aus abgebrochenen oder beschädigten) Uhrfedern verfertigt. Man zertheilt diese letzteren in Stücke von der angegebenen Länge und legt mehrere dergleichen auf einander zwischen die zwei Schienen einer eisernen Kluppe, aus welcher man nur einen solchen Theil der Breite hervorragen läßt, wie für die Breite der Laubsägen bestimmt ist. Das Ganze wird so in dem Schraubstocke fest eingeklemmt, wobei die Kanten der Federn nach oben stehen; mit einem gewöhnlichen Meißel und mittelst des Hammers werden sodann die Zähnchen (10 bis 20 auf dem Raume eines Centimeters) eingeschlagen; endlich haut man mittelst des nämlichen Meißels den ganzen aus der Kluppe hervorragenden Streifen der Federn ab, und erhält also mit einem Male eben so viele Sägen, als man Uhrfedern eingespannt hat. Nach und nach zertheilt man auf die beschriebene Weise die Federn gänzlich in Laubsägen. Für die fabrikmäßige Verfertigung dieser Sägen hat man auch eine kleine Maschine, in welcher das Einschneiden der Zähne mit einer vom Arbeiter geführten, messerartigen Feile geschieht, und durch einen Mechanismus nach jedem Zuge der Feile die horizontal eingespannte Säge um die Größe eines Zahnes fortrückt.

Ein vollkommen gutes Sägenblatt muß völlig eben und gerade sein, hinlängliche Härte besitzen, aber sich doch feilen lassen, beim Biegen eine regelmäßige und gleichförmige Krümmung annehmen (wodurch sich die Gleichheit der Dicke zu erkennen gibt), und nachher wieder völlig in die gerade Richtung zurückspringen (zum Beweise gehöriger Elasticität). Es versteht sich übrigens von selbst, daß die härteren Metallsägen keine so große Biegung ohne zu brechen ertragen, wie die stärker angelassenen Holzsägen.

Kreissägen werden als zirkelrunde Scheiben mittelst einer Kreisschere (S. 254) aus Stahlblech geschnitten, von den kleinsten bis zu 2 oder 2,2 m Durchmesser; das Loch im Mittelpunkte stößt man unter dem Durchschnitte aus. Nach dem Härten, Anlassen und Richten (welche Arbeiten bei großen Kreissägen besonders schwierig sind) folgt das Ebnen durch Abdrehen, Abschmirgeln oder Abschleifen.

Das Drehen geschieht in der Drehbank mit dem Support, wobei die Säge auf der Fläche eines Scheibenfutters anliegt. — Zum Schmirgeln ist die Säge auf einer Achse befestigt und diese so in ein Gestell gelegt, daß sie sich etwa 900 mm über dem Fußboden befindet, die Ebene des Sägenblattes vertikal. Ein Riemen treibt mittelst Scheibe die Säge rasch um; ein Arbeiter steht davor und hält ein trockenes Schmirgelholz mit grobem Schmirgel an die Säge, führt auch dasselbe nach Bedürfniß hin und her. Hierbei entstehen unter Funkensprühen grobe konzentrische Risse auf der Sägenfläche, ähnlich den Spuren vom Abdrehen. — Beim Schleifen wird die Säge wie vorstehend um die Achse gedreht; vor deren Fläche ist ein Schleifstein auf horizontaler Achse so angebracht, daß dessen Stirn die Sägenfläche berührt. Der (schnell umlaufende) Schleifstein arbeitet trocken, ist ganz von einem Holzkasten umhüllt, bis auf den arbeitenden Theil seines Umkreises. Sein Gestell steht auf einem Support, wesentlich dem Drehbank-Support ähnlich, und wird mit diesem selbstthätig in der radialen Richtung der Säge langsam hin und her bewegt.

V. Schneidwaren (*edge tools*).

Unter diesem Gattungsnamen werden hier die vorzüglichsten schneidigen Geräthe zusammengefaßt, weil dieselben — bei allen Verschiedenheiten der Form — hinsichtlich der Erzeugung viel Gemeinsames haben. Im Allgemeinen ist zu bemerken, daß fast nur die kleinsten und feinsten Schneidwerkzeuge (z. B. Federmesser-Klingen, kleine Scheren, Rasirmesser, chirurgische Instrumente) ganz aus Stahl verfertigt werden,

daß hingegen bei den übrigen gewöhnlich ein mehr oder weniger großer, zuweilen der größte Theil aus Eisen besteht, mit welchem der zur Schneide erforderliche Stahl durch Schweißung verbunden ist (vergl. S. 186). Die Hauptoperationen bei der Darstellung schneidender Geräthe sind: das Schmieden (einschließlich des Anstählens), wodurch den Stücken die rohe Form gegeben wird; das Härten und Anlassen (meistentheils bis zur strohgelben Farbe); das Schleifen auf umlaufenden nassen Steinen, um sowohl die Oberfläche blank zu machen, als die Gestalt völlig auszubilden und der Schneide ihre Schärfe zu geben. Gegenstände, welche nicht gerade von der größten Art sind, werden meist schon vor dem Härten mit der Feile sorgfältiger ausgearbeitet; jedenfalls aber nach dem Härten, Anlassen und Schleifen noch geschmirgelt und endlich mit Kalk, Zinnasche, Polirroth &c. polirt. Um einen schönen Glanz anzunehmen, müssen sie entweder ganz aus Stahl bestehen, oder durch Einsetzen gehärtet werden (S. 27); denn nur harter Stahl läßt sich vollkommen schön poliren, nicht aber weicher Stahl und noch weniger das Eisen.

1) **Beile** und **Aexte.** — Die Verfertigung derselben (theils unter dem Wasserhammer, theils durch Schmieden aus freier Hand) macht das Geschäft eigener Arbeiter aus, welche mit dem Namen Hackenschmiede, Blankschmiede bezeichnet werden und außerdem mehrere verwandte Geräthe: als Hauen, Spaten, Schaufeln, Heugabeln u. dergl. liefern. Die Axt (hache, cognée, *axe*), zuweilen auch Hacke genannt, unterscheidet sich von dem Beil (hache, *hatchet*) durch ihren längern Stiel, an sich selbst aber durch die geringere Breite der Schneide, und durch den Umstand, daß ihre Schneide von beiden Seiten gleichförmig zuläuft und sich also in der Mitte der Dicke befindet, wogegen das Beil nur auf einer Seite schräg zugeschliffen ist, folglich dessen Schneide an die andere Fläche zu liegen kommt. Uebrigens bieten beiderlei Werkzeuge, nach den verschiedenen Zwecken ihrer Anwendung und nach lokalen Gewohnheiten, zahlreiche Abweichungen an Gestalt und Größe dar, deren Auseinandersetzung nicht hierher gehört [1]). Der hintere rohrartige Theil der Axt und des Beiles, worin der hölzerne Stiel befestigt wird, heißt die Haube, das Oehr (oeil, douille, *eye*), und die flache Hinterseite der Haube, welche der Schneide gerade entgegengesetzt ist, wird die Platte, der Nacken, genannt. — Bei der Verfertigung der Axt [2]) wird eine flache Eisenstange von angemessener Länge und Dicke an beiden Enden dünner ausgeschmiedet und dann zusammengebogen, sodaß der mittlere Theil die Haube erzeugt, deren Loch man mit einem Dorne (S. 184) vollständig ausbildet. Die Schneide entsteht durch das Zusammenschweißen der auf einander liegenden dünnen Enden, wobei man eine Stahlplatte entweder zwischen das noch offene Eisen einschiebt, oder von außen auf beiden Seiten herumlegt, und in beiden Fällen fest damit verschweißt. Bei dem Beile [3]) wird der Stahl jederzeit von außen und zwar nur auf einer Seite aufgeschweißt, nämlich dort, wo die ebene Fläche des Werkzeuges ist, sodaß die Zuschärfung von der Seite des Eisens her geschieht. Auch die Platte (s. oben) wird oft verstählt, da man sich dieses Theiles zum Einschlagen von Nägeln bedient und also das Beil statt eines Hammers gebraucht (Stahlnacken). Das Härten, Anlassen (vergl. S. 9—13) und Blankschleifen sind die Vollendungs-Arbeiten.

2) **Messer** und **Scheren** [4]). — Messer und Scheren werden in der Regel ganz aus Stahl verfertigt; bei einigen, namentlich größeren aber besteht die Schneide mit den zunächst daran liegenden Theilen aus Stahl, das Uebrige aus Eisen. Sehr ge-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. I., Artikel: Axt; Bd. II., Artikel: Beil.
[2]) Technolog. Encyklopädie, XIII. 71.
[3]) Holtzapffel, I. 227—229.
[4]) Die Kunst des Messerschmiedes von M. H. Landrin. Aus dem Französ. von H. Leng und Ch. H. Schmidt. Weimar 1836. (85. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — F. L. Schirlitz, die Fabrikation der Stahlwaren. Weimar 1868.

eignet zu großen Schneidwerkzeugen ist ein durch Schweißen gebildetes Gemenge von Eisen und Stahl (étoffe), welches man dadurch erhält, daß man mehrere Schienen von Eisen und von Stahl abwechselnd auf einander legt (z. B. vier eiserne und fünf stählerne), zusammenschweißt und zu einer Stange ausstreckt. In einer solchen Masse wird die Sprödigkeit, welche der Stahl beim Härten annimmt, durch die Zähigkeit des Eisens gemildert; aber um eine feine und scharfe Schneide zu erhalten, muß man dafür sorgen, daß in der Mitte der Dicke sich eine genügend starke Lage von Stahl befindet. Aus Eisen geschmiedete und dann durch Einsetzen erst in Stahl verwandelte Messer kommen vor, sind aber von der allergeringsten Sorte und brechen wegen der grobkörnigen Structur ihrer Masse sehr leicht.

Diejenigen Messerklingen, im Besondern zunächst Tischmesser, welche ganz aus Stahl bestehen, erfordern bei der Verfertigung die einfachen und gewöhnlichen Handgriffe des Schmiedens. Zur Beschleunigung der Arbeit hat der Schmied gewöhnlich einen Gehülfen (Zuschläger). Das Ende einer flachen Stahlstange wird in der Rothglühhitze breit und spitzig ausgeschmiedet, wie die Gestalt der Klinge erfordert, wobei man dem Rücken seine gehörige Stärke gibt, und der Schneide wenigstens noch 0,5 mm Dicke läßt. Hierauf trennt man durch Abhauen die Klinge von der Stange, indem man an ersterer einen Theil sitzen läßt, welcher groß genug ist, um die Angel (soie, *tang*) zu bilden. Die Ausarbeitung dieses Theiles geschieht in der zweiten Hitze; denn wo möglich muß das Schmieden der Klinge selbst in einer einzigen Hitze beendigt sein, um den Stahl zu schonen. Die Angel ist entweder vierkantig und spitzig, oder flach und breit *(scale tang)*, in welchem letzteren Falle sie nachher zwischen das aus zwei Theilen bestehende Heft eingelegt und vermittelst einiger quer durchgesteckter vernieteter Drahtstiftchen damit verbunden wird. Bei Messern, welche zwischen Messer und Klinge eine sogenannte Scheibe oder Balance (mitre, balance, bascule, *bolster*, *shoulder*) haben, wird diese durch Ansetzen auf dem Amboße (S. 180) hervorgebracht, dann in einem zweitheiligen Gesenke, oder (wenn sie dünn ist) mittelst eines stählernen Stempels in dem sogenannten Stemmeisen, vollendet. Das letztere ist ein in einem Holzklotze aufrecht stehendes, oben verstähltes Eisen, welches ein senkrechtes schmales Loch enthält. In dieses Loch wird die Klinge gesteckt, sodaß die Scheibe aufsitzt; dann setzt man den (zur Aufnahme der Angel ausgehöhlten Stempel (coiffe) auf, und gibt ihm ein Paar Hammerschläge, wodurch die Scheibe zwischen dem Stemmeisen und dem Stempel die gehörige Gestalt erhält. Die Schmiedemaschine leistet wie für kleine Arbeit überhaupt so auch dem Messerschmiede treffliche Dienste.

Beim Schmieden der Klingen wird auch die Firma der Fabrik mittelst eines Stempels aufgeschlagen, der auf dem Amboße angebracht ist, und auf welchen man das glühende Messer legt, um einen Schlag mit dem Hammer zu geben. — Um Stahl zu sparen, wird sehr oft die Angel aus einem an die stählerne Klinge angeschweißten Stück Eisen gebildet; alsdann erfordert die Verfertigung des Messers drei Hitzen: in der ersten wird die Klinge an einem Stahlstabe geformt und von diesem abgehauen, in der zweiten das Eisenstückchen angeschweißt, in der dritten dieses Eisen zur Gestalt der Angel ausgeschmiedet[1]). Noch mehr ist die Fabrikation vereinfacht, wenn man die Angel sammt Scheibe aus Eisen gießt, adoucirt und ohne Weiteres mit der Klinge zusammenschweißt. An wohlfeilen Messern größerer Art besteht auch der Rücken aus Eisen. Zu diesem Behufe wird ein Stahlstück 25 mm lang und breit, 6 mm dick geschmiedet, hufeisenförmig zusammengebogen, zwischen dasselbe ein Eisenstäbchen eingelegt und damit zusammengeschweißt, worauf man der Klinge wie oben ihre Gestalt gibt. Die Seite, wo die Umbiegung des Stahles liegt, wird zur Schneide ausgearbeitet. Die Angel entsteht aus einem Theile des Eisens, welchen man beim Abhauen an der Klinge sitzen läßt. — Tischmesser mittlerer Größe mit angeschweißter Angel, jedes wie angegeben drei Hitzen erfordernd, kann ein Arbeiter 10 Dutzend in einem Tage von 10 Arbeitsstunden verfertigen. — Die Flächen einer Tischmesserklinge sind unter einem Winkel von 2 bis 5° gegen

---

1) Zeitschrift d. Ing. 1864, S. 217. — Polyt. Centr. 1864, S. 1204. — Polyt. Journ., Bd. 173, S. 22. — Jobard, Bulletin, T. 46, p. 288.

einander geneigt; durch das Scharfschleifen entsteht an der Schneide ein Winkel von 15 bis 20°. Die Messerschärfer (affiloir, *knife sharpener*) mit gefurchten Stahlscheiben u. dgl.[1]) erzeugen keine gute und dauerhafte Schneide.

Zur Ersparung von Arbeit dient es, die Messerklingen unter dem Durchschnitt aus Stahlblech zu schneiden (in welchem Falle die Scheibe der Tischmesser als besonderes Stück angefertigt und auf die Angel gesteckt wird)[2]). Auch Walzwerke hat man bei Fabrikation der Messer zu Hülfe genommen[3]).

Nachdem die geschmiedeten Messerklingen durch Abfeilen oder Schleifen blank gemacht (blanchir) und zugleich hinsichtlich ihrer Gestalt vollkommener ausgebildet sind (*shaping*), werden sie gehärtet, indem man sie rothglühend senkrecht in Wasser taucht und bis zum gänzlichen Erkalten darin herumbewegt. Sehr oft unterläßt man aber jede Ausarbeitung vor dem Härten und härtet demnach die Klingen im rohen geschmiedeten Zustande: ein Verfahren, welches für feine Ware weniger zu empfehlen ist. Das Erhitzen der Messer zum Härten geschieht sehr zweckmäßig in glühendem Bleibade (wobei man am sichersten den richtigen und gleichmäßigen Hitzegrad erreicht), das Ablöschen — statt in Wasser — in Rüböl. — Das nun folgende Anlassen wird vorgenommen, nachdem man die gehärteten Klingen mit einem Handschleifsteine einigermaßen, wenigstens an einer Stelle, blank gemacht hat, um die Anlauffarben beobachten zu können. Auf glühenden Kohlen das Anlassen vorzunehmen, ist, weil die Erhitzung leicht ungleichmäßig ausfällt, keine empfehlenswerthe Methode; weit vorzüglicher ist die Anwendung der Metallbäder (S. 13). Die zweckmäßigste Hitze zum Anlassen der Tischmesser ist diejenige, bei welcher die gelbe Farbe sehr merklich in Roth, oder dieses sogar in Violett überzugehen anfängt. Haben sich die Klingen beim Härten verzogen, so richtet man sie jetzt durch vorsichtige Schläge mit dem Hammer auf einem Ambosse wieder gerade. Hiernach folgt das Schleifen (*aiguiser*, *grinding*) auf umlaufenden nassen oder trockenen Schleifsteinen (zuerst auf einem gröberen, dann auf einem feineren), wobei man das Messer parallel mit der Achse des Steines hält und, um es fester zu haben, mit einem hölzernen Schleifhefte versieht; das Schmirgeln (*glazing*) mit feinem Schmirgelpulver und Oel auf einer hölzernen (aus Nußbaum- oder Mahagoni-Holz gemachten), gleich dem Schleifsteine umgedrehten Scheibe (*glazer*), welche oft mit einem Leder-, Blei- oder Zinn-Ringe umkleidet ist; endlich das Poliren (*polishing*) mit Kalk, Polirroth oder Zinnasche und Oel oder Branntwein auf einer belederten Scheibe. Die Schneide ist nach allen diesen Arbeiten nicht vollkommen scharf, sondern durch das Schleifen mehr oder weniger umgelegt, d. h. mit einem Grath (morfil) versehen. Um diesen wegzuschaffen (émorfiler) dient das Abziehen (affiler, repasser) auf einem Hand-Oelsteine, welches die letzte Arbeit ist.

Gabeln werden wie die Messer verfertigt, mit denjenigen leicht begreiflichen Abänderungen beim Schmieden, welche der Unterschied in der Gestalt nothwendig macht. Die dazu angewendeten Stahlstäbe sind ungefähr 10mm im Quadrat dick. Die Angel und der Schaft oder Stiel werden zuerst aus dem Rohen geschmiedet; dann haut man die Gabel ab, indem man ein etwa 25mm langes Stück von dem vierkantigen Stabe daran sitzen läßt. Dieses Stück wird in einer zweiten Hitze flach ausgestreckt, sodaß es die Länge der Zacken und eine angemessene Breite erhält. Die Scheibe zwischen Schaft und Angel, nebst dem Schafte selbst, wird in einem Gesenke vollendet. In dem vordersten, wie erwähnt platt und schaufelartig geschmiedeten Theile der Gabel bildet man durch Einhauen mit dem Meißel die Zacken, deren Zwischenräume mit der Gabelfeile (S. 350) ausgearbeitet werden. Bei fabrikmäßigem Betriebe bedient man sich eines Fallwerkes (S. 371), dessen Hammer ungefähr 50kg schwer ist. Zwei nach der Gestalt der Gabelzacken gravirte Stempel sind in dieser Maschine angebracht: der eine unbeweglich auf dem Ambosse, der andere auf der

---

[1]) Polyt. Mittheilungen, III. 24.
[2]) Brevets, T. 89, p. 534.
[3]) Brevets 1844, T. 32, p. 208.

unteren Seite des Hammers. Das flache Ende der Gabel wird fast weißglühend gemacht und auf den Unterstempel gelegt, dann läßt man den Hammer mit dem Oberstempel von 2 bis 2,5 m Höhe darauf fallen. Zwischen den so hervorgebrachten Zacken bleibt noch ein dünner Theil von Stahl stehen, welcher hierauf mittelst eines Durchschnittes (S. 257) herausgeschnitten wird. — Die Gabeln werden nun zwischen Kohlenfeuer schwach rothglühend gemacht und der äußerst langsamen Abkühlung in dem allmälig ausgehenden Feuer überlassen, um recht große Weichheit zu erlangen, wodurch die nöthige Ausbildung mittelst Befeilens erleichtert wird. Den Zacken gibt man hierauf die erforderliche Biegung. Härten und Anlassen bieten keine Eigenthümlichkeit dar. Das Schleifen der Gabeln geschieht zum Theil aus freier Hand mit einem Oelsteine, das Schmirgeln und Poliren auf Bürstenscheiben, letzteres auch mittelst des Polirstahles.

Einlegemesser (couteaux fermants, coutellerie fermante, couteaux pliants, couteaux à ressort, *spring knives*, *clasp knives*), wozu Feder-, Taschen-, Garten- und Rasirmesser gehören, bestehen jederzeit gänzlich aus Stahl. Federmesser und Taschenmesser werden stets von einem einzigen Arbeiter geschmiedet, der einen 1,5 bis 2 kg schweren, auf der Bahn nur etwa 25 mm breiten Hammer führt. Die Klinge wird aus dem Ende eines Stahlstäbchens ausgehämmert und von demselben dergestalt abgehauen, daß hinreichend Stahl daran sitzen bleibt, um in der zweiten Hitze sowohl den Druck (talon) als auch noch überdies eine interimistische kurze Angel zu bilden, welche man nur gebraucht, um das Messer in einem Hefte zu befestigen, woran der Schleifer es halten kann; das Loch im Drucke wird hierbei mittelst eines Durchschlages hervorgebracht. Die kleine Kerbe, in welche man beim Oeffnen des Messers den Daumennagel einsetzt (der Nagelgriff), wird mittelst einer meißelartigen — entweder in der Hand gehaltenen oder auf dem Amboß feststehenden — Punze in der dritten Hitze eingeschlagen, in welcher man überhaupt der Klinge ihre Vollendung gibt. Zum Anlassen nach dem Härten setzt man ein Paar Dutzend Klingen dicht neben einander, die Rücken nach unten, auf eine Eisenplatte, welche man dann über Feuer bringt bis die Messer purpurroth anlaufen. — Bei fabrikmäßiger Herstellung werden Federmesser- und Taschenmesserklingen nicht selten aus Stahlblech unter einem Durchstoße ausgeschnitten und durch kurzes Nachschmieden nur vollendet. — Die Seitenflächen einer Federmesserklinge laufen in der Schneide unter einem Winkel von 13 bis 19° zusammen.

Die größte Sorgfalt und Kunstfertigkeit erfordert die Verfertigung guter Rasirmesser. Es kommt bei denselben auf vorzüglich gute Beschaffenheit des Stahles, auf eine angemessene Härtung und auf die Feinheit der Schneide an. Das Schmieden der Klingen wird wie jenes der Tischmesser oft von zwei Arbeitern verrichtet; es muß bei schwacher Rothglühhitze geschehen, damit der Stahl nicht im Mindesten verbrenne; in einer Hitze wird die Klinge ausgestreckt und abgehauen, in der zweiten der Druck oder Talon (das zur Befestigung in der Schale dienende Ende) geformt und gelocht, in der dritten die Klinge an der Schneidseite dünn ausgeschmiedet und auf der abgerundeten Amboskante die Aushöhlung der Flächen gebildet. Wenn man mehr auf Schonung des Stahles als auf Beschleunigung der Arbeit Rücksicht nimmt, so wird die Zahl der Hitzen oft bis auf sechs gesteigert. Das Hämmern wird in der letzten Hitze bis zur völligen Abkühlung fortgesetzt, wodurch der Stahl eine der Schneide sehr günstige Dichtigkeit gewinnt. Man befeilt hierauf die Klingen, erhitzt sie bis zum kirschrothen Glühen, und härtet sie in — reinem oder mit wenig Schwefelsäure und Salmiak versetztem — Wasser, wobei man sie mit dem Rücken voraus eintaucht, um der Entstehung von Härterissen an der Schneide vorzubeugen, und bis zum gänzlichen Erkalten im Wasser bewegt. Beim Erhitzen legt man die Klinge so auf das Feuer, daß die Schneide nach oben steht. Man hat besondere Vorrichtungen erdacht, um die zum Härten erforderliche Hitzung auf das Zweckmäßigste vorzunehmen[1]). — Die zum

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1847, S. 409. — Polyt. Centr. 1847, S. 1519. — Polyt. Journ., Bd. 105, S. 183.

Anlassen der Rasirmesser geeignete Farbe ist die gelbe in ihren verschiedenen Abstufungen, deren Auswahl sich nach der durch Erfahrung bekannten Beschaffenheit des Stahles richtet (S. 13). Am besten scheint es zu sein, den Rücken in einer geschmolzenen Mischung aus Zinn und Blei, dann nachträglich die Schneide in einer Weingeistflamme anzulassen. — Das nun folgende Schleifen geschieht auf drei Schleifsteinen nach der Reihe: der erste und größte dient nur um die Klingen blank zu machen, sowie den Rücken und den Druck auszubilden; der zweite Stein ist kleiner und höhlt die Flächen des quer daran gehaltenen Messers aus; der letzte und kleinste vollendet die Aushöhlung und macht die Schneide gehörig dünn. Zum Poliren dient Schmirgel, dann Zinnasche oder Polirroth auf Lederscheiben mit Oel. Die Scheibe, worauf man den Rücken polirt, enthält rund um die Peripherie eine Rinne, in welche die Konvexität des Messerrückens paßt; die Flächen der Klinge werden auf einer Scheibe polirt, deren Durchmesser jenem des letzten Schleifsteines gleich ist, damit die Aushöhlung des Messers auf die Krümmung der Scheibe paßt. Abgezogen werden die Rasirmesser zuerst auf Handsteinen, wie andere Messer; dann aber noch überdies auf dem Abziehriemen. Das Abziehen auf dem Steine[1]) muß mit der äußersten Sorgfalt vorgenommen werden, um der Schneide alle mögliche Feinheit zu ertheilen. Sehr zweckmäßig bedient man sich dreier Steine von zunehmender Feinheit nach einander. Der erste kann ein Wasserstein (Sandstein von sehr feinem Korne) sein und eine etwas bogenförmige (konvexe) Oberfläche besitzen. Der zweite Stein, mit ebener Fläche, ist ein levantischer Oelstein oder der bekannte gelbe Rasirmesser-Schleifstein, der gleich jenem mit Oel gebraucht wird. Der letzte Stein ist blauer feinkörniger Schiefer, auf dem man das Abziehen mit Wasser verrichtet. Die höchste Verfeinerung der Schneide wird durch das Abziehen auf dem Riemen (Abziehriemen, Streichriemen, cuir à rasoir, *razor strap*) erlangt: einem bekannten Werkzeuge, welches man auch beim Gebrauche der Rasirmesser anwendet. Die Streichriemen haben gewöhnlich zwei mit Leder bespannte Flächen, von welchen die eine mit geschlämmtem Polirroth, die andere mit geschlämmtem Reißblei (beide Pulver mit Oel oder Talg angemacht) eingerieben ist. Die rothe Seite wird zuerst, die schwarze später angewendet. Das Leder ist Kalbleder, Wildleder oder Juften, und wird auf der Fleischseite gebraucht.

Die Gestalt und Einrichtung der Abziehriemen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten[2]), ebenso die Zusammensetzung der Paste oder Salbe, womit man das Leder einreibt. Sehr zu empfehlen ist folgende Paste: Magneteisenstein wird mit Wasser auf einer Glasurmühle der Töpfer fein gemahlen, getrocknet, mit dem vierten Theile seines Gewichtes feingefeiltem blauen Thonschiefer gemengt, mit Terpentinöl in einer Reibschale aufs Feinste verrieben, getrocknet, mit geschmolzenem Ochsenmark zu dickem Brei angemacht. Das Leder zum Bekleiden der Streichriemen wird naß mit dem Hammer geklopft, aufgeleimt, abgefeilt und mit Bimsstein trocken abgeschliffen, dann vorstehend beschriebene Paste mit einer Mischung von geschmolzenem Kautschuk und Terpentinöl in 2 Anstrichen aufgetragen. — Ein vollkommen gut abgezogenes Rasirmesser schneidet ein aufrecht frei gehaltenes Menschenhaar, ohne es zu biegen, bei der ersten leichten Berührung ab; gewöhnlich prüft man die Güte der Schneide durch leises Aufsetzen und Hinziehen auf dem Finger, wobei eine aus der Erfahrung bekannte, nicht zu beschreibende Empfindung entsteht, wenn die gehörige Schärfe vorhanden ist.

Die hohle Krümmung auf den Seitenflächen der Rasirmesser hat einen Halbmesser von 35 bis 100 mm und wird demnach durch Anwendung von 70 bis 200 mm großen Schleifsteinen gebildet; wie schon erwähnt, gebraucht man dazu zwei Steine, von welchen der zuletzt angewendete kleinere die durch den ersten gebildete Aushöhlung in der Nähe des Rückens stärker vertieft, sodaß das Profil derselben aus zwei (unmerklich in einander übergehenden) verschiedenen Kreisbögen zusammengesetzt ist. Die starke Aushöhlung bei 4 bis 6 mm Dicke des Rückens gibt der Klinge Leichtigkeit, ohne die nöthige Stärke zu beeinträchtigen; sie erleichtert auch wesentlich das Schärfen durch Abziehen auf dem flachen Steine, durch welches an der Schneide zwei schmale, unter einem Winkel von 16 bis 19° zusammenstoßende Facetten erzeugt werden. Die ungemeine Leichtigkeit, mit der

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1853, S. 362. — Polyt. Centr. 1853, S. 1107.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. I. Artikel: Abziehriemen.

ein Rasirmesser schneidet, hat (wie aus dem eben Angeführten hervorgeht) ihren Grund nicht in geringer Größe des Schneidwinkels, sondern in der vollkommen scharfen Ausbildung der Schneidkante, der feinen Politur der Schneide, und der sehr geringen Dicke der Klinge in nächster Nachbarschaft der Schneide, welche letztere deshalb beim Eindringen die durch den Schnitt getrennten Theile äußerst wenig zur Seite zu drängen braucht. Der richtige Schneidwinkel kommt heraus, wenn die Breite des Messers (von der Schneide bis an die dickste Stelle des Rückens gemessen) $3\frac{1}{4}$ bis $3\frac{1}{2}$ Mal so viel beträgt als die Rückendicke. — Den Talon (S. 506) versieht man in der Regel, um beim Rasiren eine feste Haltung zwischen den Fingern zu sichern, auf seinen beiden schmalen Flächen mit einem einfachen Feilenhiebe. Rasirmesser mit einer gegen Schnittwunden sichernden Schutzplatte (Sicherheits-Rasirmesser, rasoirs préservateurs, rasoirs de sûreté, *guard razors)* sind erfunden worden[1]), kommen aber nicht häufig vor. — Ausgezeichnet gute Rasirmesser werden durch Ausschneiden der Klingen, mittelst eines Durchschnittes, aus vorläufig durch Kaltwalzen verdichteten Stahlplatten hergestellt; der dicke Rücken wird an diese Messer als besonderes Stück angesetzt[2]). Am besten ist es, eine Stahlblechschiene am Rande dünn zulaufend auszuschmieden, bevor man hier eine Klinge herausschneidet. Den Rücken, welcher mit dem Talon ein Ganzes ausmacht, gießt man aus Eisen, adoucirt ihn, arbeitet mit einer Fräse die zum Einlegen der Klinge nöthige Nuth aus und befestigt hierin die Klinge durch den Stoß eines Prägwerkes. Rasirmesser, ganz aus adoucirtem Eisenguß (S. 98—99), sind stets von geringer Güte, weil ihrem Stoff das feine dichte Gefüge des guten Stahles fehlt.

Als Verzierung, welche auf die Güte durchaus keinen Einfluß hat, gibt man zuweilen den Rasirmessern eine Art oberflächlicher Damaszirung (S. 33), welche von zweierlei Art ist und in beiden Fällen dadurch erzeugt wird, daß man die Stahlfläche theilweise mit Oel benetzt und dann in Scheidewasser taucht: letzteres ätzt die nicht fetten Stellen matt, läßt aber die geölten unverändert. Die erste Art dieser Damaszirung besteht aus kleinen Punkten und hat demzufolge ein granitartiges Ansehen. Man legt, um sie hervorzubringen, die Rasirmesserklingen auf einen Teller, nimmt mit den Borstenspitzen einer kleinen, steifen und dichten Bürste etwas Oel auf, und streicht die Bürste mit einem Eisenstäbchen, um das Oel in äußerst kleinen aber zahlreichen Tröpfchen auf die Klingen zu spritzen. Letztere werden sodann auf ein Paar Minuten in mit der doppelten Menge Wasser verdünntes Scheidewasser gelegt, mit reinem Wasser gut abgewaschen, mit Kalk abgerieben und zart eingeölt. Die zweite Art bietet größere, flammenartige oder aus verzweigten Linien zusammengesetzte Zeichnungen dar. Man füllt ein weites Gefäß, dessen Tiefe größer ist, als die Länge der Messerklingen, mit Wasser, und gibt auf dieses eine dünne Schicht Oel. Dann taucht man eine Klinge senkrecht einige Millimeter tief ein und bewegt sie in der Richtung ihrer Breite hin und her, indem man sie bei jeder Bewegung ein wenig tiefer in das Wasser einsenkt. Hierdurch werden die an dem Messer hängen bleibenden Oeltheile aus einander getrieben und in eine Art von Verzweigung zertheilt. Die allmälig ganz eingetauchte Klinge wird wieder herausgezogen und wie vorher mit Scheidewasser geätzt. — Statt dieses letztern Verfahrens kann man mit einem Stückchen Badeschwamm ein wenig Buchdruckerfarbe aufnehmen und mit leichten Zügen über die Klinge verstreichen, sodaß diese nur netzähnlich damit bedeckt wird; dann wie oben in Scheidewasser ätzen.

Einen wichtigen Theil der Messerfabrikation bildet die Verfertigung der Hefte (manches, *hafts*) für Tischmesser 2c. und der Schalen (châsses, *scales*) für alle Arten von Einlegmessern, wozu als Materialien Ebenholz, Knochen, Elfenbein, Perlmutter, Horn, Hirschhorn und dessen Imitationen aus Holz oder Horn, Schildpat angewendet werden. Als der Metallverarbeitung fremd ist dieser Gegenstand hier nicht weiter zu erörtern. Doch soll in Betreff der dabei vorkommenden Metallbeschläge erwähnt werden, daß man die Zwingen (viroles) der Tischmesserhefte aus Silber- oder Neusilber-Blech entweder aus zwei im Fallwerk gestampften Theilen mit Schlagloth zusammenlöthet oder im Ganzen durch drei nach einander folgende Stanzen fingerhutähnlich auftieft, den flachen Boden hierauf mittelst des Durchschnittes ausstößt und nöthigenfalls den übrigbleibenden Ring auf der Drehbank durch Rändeln 2c. vollendet. Zur Ausbildung der Backen an Feder- und Taschenmessern dienen die Backenfeilen oder entsprechend gestaltete Fräsen.

---

[1]) Polyt. Mittheilungen, III. 37—39.

[2]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1847, S. 409. — Polyt. Journ., Bd. 105, S. 183. — Polyt. Centr. 1847, S. 1517.

Die Verfertigung der Scheren gehört zu den schwierigeren Arbeiten des Messerschmiedes. Es ist nothwendig, daß die Scherblätter vollkommen einerlei Härte haben (damit nicht eins die Schneide des andern verdirbt, was man sogleich fühlt wenn die Schere unter etwas scharfem Gegeneinanderpressen der Blätter langsam geschlossen wird); daß die Schneiden fein und dauerhaft seien; endlich daß beim Schließen der Schere in jedem Augenblicke die vollkommenste Berührung zwischen den Schneiden an jener Stelle vorhanden sei, wo sie eben sich kreuzen, ohne daß auf den übrigen Punkten eine unnöthige Reibung der Blätter an einander stattfindet. Dieser letztere Zweck wird bekanntlich dadurch erreicht, daß die inneren Flächen der Blätter nicht eben, sondern der Länge nach etwas hohl gemacht werden. — Große Scheren sind regelmäßig aus Eisen verfertigt und nur an den Schneiden verstählt. Man schmiedet an einem Eisenstabe ein flaches Stück von der Länge eines Scherblattes aus, legt auf die innere Seite ein Stück Stahl, schweißt dasselbe mit dem Eisen zusammen, und bildet endlich das Blatt so weit aus, als dies mittelst des Hammers möglich ist. Das Nämliche gilt von dem Schilde, d. h. jenem flachen Theile, durch welchen das Niet oder die Schraube der Schere geht. Dort, wo das Schild sich an den Griff oder die Stange (*shank*) anschließt, wird durch Ansetzen auf der Kante des Ambosses der Schluß gebildet, nämlich ein stufenartiger Absatz, mit welchem die beiden Theile der Schere an einander stoßen, wenn letztere ganz geschlossen ist. Für den Ring oder Griff (*bow*) wird die Fortsetzung der Eisenstange gehörig dünn und rund ausgestreckt, dann in bestimmter Entfernung vom Schilde abgehauen, auf dem Horne des Ambosses rund oder oval gebogen, endlich (zur Schließung des Ringes) geschweißt. Die Ringe an kleinen Scheren werden dagegen durch Lochen dargestellt, wobei die Schweißung wegfällt. Es wird nämlich das Eisen scheibenförmig ausgeschmiedet, mittelst eines runden Durchschlages von beiden Seiten her gelocht, und der so entstandene, noch unförmliche Ring auf der Spitze des Amboshornes oder auf einem besonderen Sperrhorne (S. 174) ausgedehnt und zur richtigen Gestalt fertig geschmiedet, wobei man eine zweckmäßig geformte Querfurche des Hornes benutzt, um der Innenseite des Ringes richtige Gestalt und Glätte zu geben. Verzierte Stangen vollendet man in einem zweitheiligen Gesenke; außerdem werden oft Gesenke (einfache Untergesenke) gebraucht, um das Schild und die Außenseite der Blätter zu formen.

Nunmehr feilt man die Theile der Schere einzeln aus; bohrt darin das Loch für das Niet oder die Schraube; setzt die Schere mittelst eines falschen (nur vorläufig dienlichen) Nietes zusammen und befeilt sie vollends im Ganzen. Langen Blättern wird hierauf durch behutsames Biegen im Schraubstock jene einwärts hohle Krümmung gegeben, von welcher oben die Rede war; wogegen man kurze und kleine Scheren bloß nachher durch das Schleifen aushöhlt. — Beim Härten faßt man die Schere an den Ringen mit einer Zange, läßt sie im ruhigen oder wenig angefachten Essenfeuer rothglühend werden, und taucht sie dergestalt in das Wasser, daß beide Blätter gleichmäßig abgekühlt werden, gleichwie sie durch das angezeigte Verfahren einen möglichst gleichen Hitzegrad erlangt haben. Von der Erfüllung dieser beiden Bedingungen, sowie von einem übereinstimmenden Verfahren beim Anlassen, hängt die gleiche Härte der Blätter ab, welche so sehr nothwendig ist. Die Farbe, bis zu welcher die Scheren angelassen werden, ist die strohgelbe oder goldgelbe, öfters auch die purpurrothe oder violette. Nach dem Härten und Anlassen werden die Blätter auf dem Schleifsteine geschliffen, wobei man die hohle Krümmung der inneren Flächen zu bewahren und selbst zu verbessern trachten muß. Die weitere Behandlung durch Schmirgeln und Poliren ist mit jener der Messerklingen übereinstimmend; nur daß sie bei den Scheren theilweise (namentlich an den Griffen) mittelst Bürstenscheiben und selbst mittelst Schmirgel- und Polir-Hölzern (auch wohl mittelst des Polirstahles) aus freier Hand vorgenommen werden muß. Der Grath an den Schneiden wird durch Abziehen auf einem Hand-Oelsteine entfernt. Die endliche Anbringung des bleibenden Nietes, oder der statt dessen dienenden Schraube, erklärt sich von selbst.

Kleine Scheren verfertigt man nicht selten, mit Ersparung des Schmiedens, von starkem gewalzten Stahlbleche, aus welchem mittelst des Durchschnittes jedes Blatt sammt

seinem Griffe durch einen einzigen Druck dargestellt wird (ciseaux estampés), wonach zwischen zwei Stempeln (Matrizen) Verzierungen auf die Griffe geprägt werden können[1]). Die Ausarbeitung mit der Feile, das Härten, Anlassen, Schleifen und Poliren bleiben wie sonst. — Gußeiserne Scheren (Guß-Scheren), die man in feinem fetten Sande gießt (nachdem die Form getrocknet, unmittelbar vor dem Gusse aber an der Stelle der Schneiden schwach benetzt worden ist, damit sie hier durch Abschrecken härtend wirkt), und welche nach dem Gusse keiner weiteren Bearbeitung als des Schleifens oder Polirens bedürfen, können den stählernen an Güte nie gleich kommen. Am besten fallen noch die von richtig adoucirtem Eisengusse aus (S. 98).

3) **Chirurgische Instrumente,** besonders die verschiedenen Arten von Messern und Scheren, werden mit den im Vorigen schon enthaltenen Verfahrungsarten dargestellt; und es kann demnach hier, ohne in ein dem Zwecke unangemessenes Detail einzugehen, nichts weiter darüber gesagt werden. Mehr als irgendwo ist bei diesen Geräthen die äußerste Sorgfalt in Betreff der Auswahl des Stahles, der richtigen Gestalt, des Härtens und Anlassens, des Schleifens und Polirens nothwendig.

4) **Blanke Waffen** (armes blanches)[2]). — Man faßt unter dieser Benennung die Säbel- und Degenklingen, Bajonnette, Rappiere, Dolche und Piken oder Lanzen zusammen. Die Folge der Arbeiten bei der Fabrikation dieser Gegenstände ist dieselbe, wie für Messer und ähnliche Schneidwerkzeuge; demnach sind die Operationen: das Schmieden, das Ausfeilen, das Härten und Anlassen, das Schleifen und Poliren.

Das Material zu den Säbelklingen ist ein durch Gerben oder Raffiniren dargestelltes Gemenge von Eisen und Stahl (vergl. S. 504), welches erhalten wird, indem man eine Eisenstange zwischen zwei Stahlstangen legt, sie zusammenschweißt, das Ganze in zwei gleich lange Theile zerhaut, diese wieder auf einander legt und schweißt. So kommt eine doppelte Stahl-Schicht in die Mitte zu liegen, was nachher zur Bildung der Schneide nothwendig ist. Eine Schiene (maquette) dieser Art muß etwa zwei Drittel der Länge und Breite, dagegen das Anderthalbfache der Dicke einer Klinge besitzen; eine einzige Hitze ist mehr als hinreichend, um die Schiene aus einer gegerbten Stange zu schmieden. Die erste nun folgende Arbeit ist die Verfertigung der Angel (soie), welche in zwei Hitzen an der Schiene festgeschweißt und aus dem Groben bearbeitet werden muß. Man bildet die Angel aus einem ungefähr 25 mm breiten und 6 bis 8 mm dicken Eisenstabe, der zur Form eines ≺ (plion) gebogen wird, worauf man die Schiene dazwischen steckt und schweißt. Das Eisen soll nicht über 36 mm weit in die Klinge hinein sich erstrecken. Man macht die Angel von Eisen, um das Abspringen derselben bei heftigen mit der Klinge geführten Schlägen zu vermeiden; wenn indessen nach der oben angegebenen Art die Mengung aus Stahl und Eisen gut bereitet ist, so kann man ohne Gefahr die Angel aus der Schiene selbst durch Ansetzen bilden. Das Ausschmieden (Vorschmieden) der Klinge, um derselben ihre Gestalt aus dem Groben zu geben, erfordert höchstens fünf Hitzen: drei für den Theil von der Angel bis zur Spitze und zwei für die Spitze (d. h. den vordersten, 150 bis 200 mm langen Theil, welcher zweischneidig ist). Die vorgeschmiedete Klinge ist zwar schon keilförmig, nämlich vom Rücken nach der Schneide hin dünner zulaufend; aber es fehlen ihr noch die rinnenartigen Aushöhlungen auf beiden Flächen, durch welche die nöthige Leichtigkeit entsteht. Diese Aushöhlungen (creux) werden mittelst Ober- und Unterstempel, welche beide mit einer abgerundeten Bahn versehen sind, hervorgebracht. Der Unterstempel wird gleich dem Untertheile eines Gesenkes in dem Ambos angebracht; der Schmied legt darauf die Klinge, setzt auf diese den hammerähnlichen, an einem hölzernen Stiele angebrachten Oberstempel und läßt seinen Gehülfen mit dem großen Hammer die nöthigen Schläge anbringen, während er nach jedem Schlage die Klinge ein wenig ihrer Länge nach zwischen den

[1]) Brevets 1844, T. 12, p. 10; T. 29, p. 28. — Polyt. Journ., Bd. 125, S. 401.
[2]) Abhandlung über die Feuer- und Seitengewehre. Von Cav. Beroaldo-Bianchini. Bd. 2. Wien 1829.

Stempeln fortbewegt. Das Ausschlagen der Aushöhlungen erfordert gewöhnlich drei Hitzen. Hierauf wird (von dem Schmiede allein) der Klinge die Schneide gegeben, indem man sie auf die schräge Oberfläche eines im Ambosse angebrachten Abreißstempels legt und mit dem Hammer dünn austreibt; drei oder vier Hitzen sind dazu nothwendig. Das Aushämmern der Schneide bewirkt zugleich, vermittelst der hier stattfindenden Ausdehnung, die Krümmung (cambrure) der Klinge, wenn diese erfordert wird: bei geraden Klingen muß durch zweckmäßige Gegenschläge die Krümmung verhindert werden. Die Beendigung des Schmiedens geschieht durch völlige Ausbildung der Angel, wozu eine Hitze mehr als genügend ist. Nach allem Vorstehenden ergibt sich, daß eine Säbelklinge ungefähr 15 Mal in das Feuer kommen muß, bevor sie als fertig geschmiedet abgeliefert werden kann.

Die Klingen werden nun mit einer Vorfeile (besser auf dem Schleifsteine) von den vorhandenen gröberen Unebenheiten befreit und kalt mit dem Hammer geradegerichtet. Um das Härten vorzunehmen, erhitzt man sie gleichmäßig zum Rothglühen, schiebt sie sehr schnell durch eine Masse angefeuchteten Hammerschlages und taucht sie endlich, die dicksten Theile (also Rücken und hinteres Ende) voraus, in kaltes Wasser. Das Anlassen geschieht auf glühenden Kohlen und bis zum Erscheinen der gelben Farbe, worauf man die noch heißen Klingen mit dem Hammer geraderichtet, insofern sie beim Härten sich verzogen haben. Damit nicht während des Richtens die Klingen zu kalt werden, thut man am besten, dieselben auf zwei Mal anzulassen und zu richten, nämlich zuerst die eine Hälfte, dann die andere. Dabei ist es nothwendig, eine kurze Strecke in der Mitte gar nicht in das Feuer zu bringen, weil dieselbe hinlängliche Hitze durch Mittheilung von den beiden Enden her empfängt.[1]

Nach dem Härten und Anlassen werden die Klingen auf nassen Steinen geschliffen (aiguiser), und zwar zuerst die ebenen Flächen und der Rücken, dann die Schneide, endlich die Aushöhlungen. Die Flächen und der Rücken werden auf 1,8 bis 2,1 m großen, 230 mm dicken Sandsteinen, welche gegen 200 Umläufe in der Minute machen, der Quere nach geschliffen, d. h. so, daß die Klinge parallel zur Achse des Steines gehalten wird. Auf die Klinge wird zu größerer Bequemlichkeit ein danach geformtes, 25 mm dickes Holz gelegt, sammt welchem sie der Schleifer mit beiden Händen anfaßt und regiert. Die Schneide schleift man auf den nämlichen Steinen, aber nach der Länge und ohne ein Holz zu Hülfe zu nehmen. Dagegen geschieht das Schleifen der Aushöhlungen wieder nach der Quere, indem man dazu einen Schleifstein von 70 bis 250 mm Durchmesser, überhaupt von solcher Größe anwendet, daß die Krümmung seines Umkreises dem Bogen der Aushöhlungen auf den Klingen entspricht. Diese Steine machen 400 bis 500 Umdrehungen in einer Minute. Manche Klingen enthalten doppelte Aushöhlungen, und diese werden wegen ihres sehr kleinen Krümmungshalbmessers nach der Länge ausgeschliffen, zu welchem Behufe der Umkreis des Steines mit angemessen gestalteten erhabenen Reifen versehen sein muß, welche bei eintretender Abstumpfung durch Anhalten eines halbmondartigen Drehstahles ausgebessert werden. Die hierzu dienlichen Steine sind 450 bis 600 mm groß, laufen 400 Mal in der Minute um, und werden trocken gebraucht; doch macht man die Klingen von Zeit zu Zeit naß, um Erhitzung und folglich Verlust der Härte zu vermeiden. Um die Abnutzung zu verzögern, wählt man zu dieser Schleiferei gern statt der Sandsteine eine härtere Steinart, namentlich weichen Granit. Das Schleifen nach der Länge kann sich natürlich nicht auf den gerade abgeschnittenen Anfang der Aushöhlung (zunächst der Angel) erstrecken; dieser Theil wird daher — wie bei den einfachen Aushöhlungen — nach der Quere mit einem kleinen Steine geschliffen. Zum Poliren (polir) der Klingen dienen Polirscheiben (polissoires) aus hartem Holze, welche von 25 bis zu 900 mm im Durchmesser haben, auf der Stirn der Breite nach theils gerade, theils konvex gerundet sind, und meist 300 bis 500 Umdrehungen in der Minute machen. Das Poliren aller Theile der Klingen geschieht nach der Länge, ausgenommen ein 50 mm langes Stück unmittelbar an der Angel, welches nach der Quere polirt wird. Zum Poliren der Aushöhlungen dienen Scheiben, welche auf der Stirn gehörig ab-

gerundet sind. Als Polirmittel gebraucht man Schmirgel, zuerst gröberen mit Oel, dann feinen mit Talg; den höchsten Glanz aber erzeugt (nachdem die Klingen mit Asche oder ungelöschtem Kalk abgeputzt sind) das **Glätten** (brunir) auf hölzernen Scheiben, welche mit Holzkohle eingerieben und mit einem Achat oder Blutstein glänzend gemacht sind.

Die Proben, welchen man die Klingen unterwirft, um ihre Härte, Zähigkeit und Elastizität zu erforschen, sind folgende: 1) Man stützt die Spitze gegen ein Bret und bewirkt durch langsamen Druck auf die Angel eine Ausbiegung von 220 bis 250 mm, erst nach der einen dann nach der andern Seite. Die Biegung muß regelmäßig erscheinen und beim Aufhören des Druckes völlig wieder verschwinden. 2) Man schlägt die flache Klinge einige Male mit größter Heftigkeit auf einen Tisch oder gegen den Umkreis eines abgestutzt-kegelförmigen Holzklotzes, der 750 mm Höhe, oben 300 und unten 450 mm Durchmesser hat. Auch hierbei darf nicht die mindeste Beschädigung sich zeigen. 3) Man haut mit der Schneide (und zwar an drei verschiedenen Punkten derselben) in ein 6 bis 8 mm dickes, auf der Hochkante stehendes Eisen, wobei keine Scharte entstehen darf: offenbar von allen Proben die entscheidendste.

Ueber die Verfertigung der damaszirten Klingen wird das (S. 33 bis 34) Gesagte die nöthige Erklärung geben. Manche Klingen werden auf Kohlenfeuer blau angelassen. Vergoldete Verzierungen werden durch Blattgold hervorgebracht (S. 459). Auch von dem Aetzen war bereits die Rede (S. 432).

Das **Bajonnet** ist eine zugespitzte stählerne Klinge mit drei oder vier, die ganze Länge einnehmenden Aushöhlungen (**Blutrinnen**), wodurch auch drei bis vier Kanten entstehen. Das untere Ende der **Klinge** (lame) ist durch einen bogenförmigen **Hals** (coude) mit der **Hülse** (douille) verbunden, einem zylindrischen eisernen Rohre, welches zum Aufpflanzen des Bajonnets dient und hierzu mit einem sogenannten **Sperr-Ringe** (virole) oder mit einer Feder versehen wird. Die Klinge wird aus Stahl unter einem kleinen, vom Wasser getriebenen Schwanzhammer aus dem Groben vorgeschmiedet, dann in zweitheiligen Gesenken völlig geformt; der unterste Theil derselben erhält eine angemessene Gestalt, um nachher einen Theil des Halses zu bilden. Die Hülse wird aus einem flachen Eisenstücke im Gesenke gebogen, über einem Dorn zusammengerollt, in Lehmbrei getaucht und mittelst zwei oder drei Hitzen geschweißt. Schon vorher ist mit dem Eisen, woraus die Hülse entsteht, ein starker eiserner Stift durch Schweißung verbunden worden: diesen und den an der Klinge sitzenden Theil des Halses schweißt man nun zusammen, wodurch die Klinge mit der Hülse zwar verbunden ist, aber beide rechtwinklig gegen einander stehen. Man biegt hierauf den Hals im rothglühenden Zustande dergestalt, daß die Klinge in ihre parallele Stellung gegen die Hülse kommt, überhämmert die Hülse kalt auf einem Dorne und im Gesenke, um dem Eisen mehr Zähigkeit zu geben, macht dieselbe durch Ausglühen weich, und bohrt ihre Höhlung auf der Flinten-Bohrmaschine (S. 283 und später) aus. Das Aeußere der Hülse und der Hals werden mit der Feile ausgearbeitet; doch hat man auch Werkzeuge, durch welche die Hülse abgedreht werden kann. Das nunmehr folgende Härten, Anlassen, Schleifen und Poliren wird auf ähnliche Weise wie bei den Säbelklingen verrichtet; das Ausschleifen der Höhlungen geschieht nach der Länge. Es sind Maschinen zur Verfertigung der Bajonnette erfunden worden[1]).

Die **Rappiere** (fleurets, *rapiers*, *fencing-foils*) erfordern, nach der Art ihres Gebrauches, nicht sowohl Härte, als den höchsten Grad von Elastizität. Man macht sie aus gutem Gerbstahl, welcher unter dem vom Wasser getriebenen Schwanzhammer zu 480 bis 550 mm langen, 6 bis 8 mm breiten und 3 mm dicken Stäbchen ausgestreckt wird. Die weitere Ausarbeitung geschieht mit Handhämmern. Zuerst wird an dem einen Ende ein Stück Eisen angeschweißt und aus dem Groben zur Angel geformt; dann schreitet man zum Ausschmieden der Klinge: bei diesen Arbeiten hat der Schmied, dessen Hammer nur 1 kg wiegt, einen Gehülfen oder Vorschläger, welcher einen Hammer von 3 kg führt. Die Klingen werden jetzt einem zweiten Schmiede übergeben, der sie, ohne Gehülfen, noch ein Mal überschmiedet, die Angel vollendet, die Spitze rundhämmert und dieselbe glühend im Schraubstocke zu einem Knopfe staucht. Das Härten, welches hierauf folgt, wird durch Eintauchen in Wasser vorgenommen, aus welchem man die Klingen erst nach völliger Abkühlung wieder herausnimmt, um sie abzutrocknen, auf Kohlen bis zur hellblauen Farbe anzulassen, schnell mittelst des Hammers und mittelst Hinziehens durch ein gabelförmiges Eisen geradezurichten, und abermals in Wasser abzukühlen. Zum Schleifen der gehärteten

[1]) Polyt. Journ., Bd. 139, S. 7.

und angelassenen Rappiere bedient man sich der Sandsteine: zuerst schleift man die schmalen Seiten der Klingen nach der Länge auf einem trockenen Steine von 600 bis 900 mm Durchmesser und 150 mm Dicke; dann die breiten Flächen der Quere nach auf einem nassen Steine von 1,5 bis 2,5 m Durchmesser und 170 bis 200 mm Dicke; endlich die nämlichen breiten Flächen der Länge nach auf dem schon erwähnten trockenen Steine. Um beim Trockenschleifen eine zu starke Erhitzung zu vermeiden, schleift man nicht zwei Seiten unmittelbar nach einander, sondern läßt die Klingen ruhen und sich abkühlen, bevor man zur Bearbeitung der zweiten Fläche schreitet. Die blankgeschliffenen Rappiere werden zum zweiten Male, jetzt aber nur bis zur violetten Farbe, angelassen (wodurch ihre Elastizität vermehrt wird), nöthigenfalls noch geradegerichtet, in Wasser abgekühlt, endlich auf hölzernen Scheiben mit Schmirgel und Oel polirt.

5) **Sensen** (faux, *scythes*) [1]. — Das Material hierzu, sowie zu den verwandten Sicheln (faucilles, *sickles)* und Strohmessern (Futterklingen, lames de hachoir, *chopping blades, straw knives)*, ist Rohstahl, den man nach seiner, durch das Bruchansehen zu beurtheilenden Güte in zwei Sorten abtheilt, indem man die mehr eisenartigen Stücke zum Rücken, die besseren zur Schneide (zum Schnitt) der Sensen bestimmt. Beide Sorten werden durch Zusammenschweißen mehrerer Stangen und nachfolgendes Ausstrecken gegärbt (S. 28), endlich aber in quadratische Stäbe (Flammen) von ungefähr 32 mm Dicke geschmiedet. Oefters gibt man den Stäben der geringeren Sorte (Rückenflammen) 26 mm, jenen der besseren (Schneidflammen) nur 17 bis 20 mm Stärke. Man zerhaut die Flammen in Stücke von der zur einzelnen Sense erforderlichen Länge, schweißt je zwei Stücke (von jeder Gattung eins) platt auf einander und arbeitet daraus unter dem Wasserhammer eine Schiene (Knüttel, Zain, Sensenzain), deren Länge wenig über 600 mm beträgt, bei 26 bis 40 mm Breite und 6 bis 8 mm Dicke. Diese Arbeit heißt das Zainen; der dazu angewendete Hammer wiegt 30 bis 50 kg und macht bei etwa 250 mm Hub ungefähr 200 Schläge in 1 Minute. Die Knüttel, in welchen auf der breiten Fläche die beiden verbundenen Sorten des Stahles neben einander liegen, werden unter dem Breithammer, welcher 100 bis 125 kg wiegt, 250 mm Hub hat und 100 bis 150 Mal in einer Minute schlägt, zur rohen Sensenform geschmiedet (das Breiten), wobei man an dem breiteren Ende die zur Verbindung mit dem Stiele dienende Angel oder Hamm ausbildet; die Vollendung der Gestalt wird aber mit einem Handhammer, Fausthammer, gegeben (das Abrichten). Hierauf folgt das Glatthämmern — Grau- oder Grobhämmern — unter dem wieder vom Wasser getriebenen kleinen und schnell gehenden Polirhammer oder Kleinhammer, der nur 15 bis 30 kg schwer ist und bei einer Hubhöhe von nicht mehr als 50 bis 80 mm gegen 400 Schläge in der Minute macht; die Sensen sind dabei nicht glühend, sondern nur so weit erwärmt, daß man die bloße Hand ein Paar Augenblicke daran leiden kann. Nachdem ferner die Schneide mit der Schere im gehörigen Bogen beschnitten und das Fabrikzeichen aufgeschlagen ist, schreitet man zum Härten, zu welchem Behufe die Sensen in einem durch zwei Blasebälge angefachten Essenfeuer von Holzkohlen gelbroth glühend gemacht und in geschmolzenes Talg getaucht werden. Letzteres befindet sich in einem kupfernen, 1,5 m langen, 600 mm breiten Troge, der in einem Gefäße mit Wasser steht. In der Esse ist der eigentliche Feuerraum vor der Form mit einem länglichen Kasten von Ziegeln überbaut, dessen Länge 900 mm, dessen Breite und Höhe 300 mm beträgt, und der auf allen Seiten geschlossen ist, ausgenommen die schmale Vorderseite, in welcher ein die ganze Höhe einnehmender Spalt sich befindet. Man schiebt durch diesen 6 bis 8 Sensen zugleich ein, welche auf solche Weise von dem zusammengehaltenen Feuer gleichmäßiger erhitzt und vor dem Zutritte der Luft geschützt werden. Sowohl beim Erhitzen als beim Ablöschen im Talg wird die Schneide nach oben gehalten. Die gehärteten Sensen reinigt man von anhängendem Talg durch Abkratzen mit einem Stück Baumrinde, worauf sie kurze Zeit in die Flamme des Feuers gehalten, rasch in einen Haufen Kohlenlösche gesteckt und plötzlich (mit hauender

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XV. Artikel: Sensen.

Bewegung) in kaltes Wasser eingesenkt werden. Durch diese letztere Behandlung (das Abklatschen) springt der größte Theil des Glühspanes ab, und was davon noch sitzen bleibt, wird mit einem schneidigen Werkzeuge (Schabstahl) abgekratzt. Nun werden die Sensen blau angelassen (das Färben oder Ablassen), indem man sie entweder über einem Kohlenfeuer erhitzt oder mit heißem Sande, der auf einer von unten geheizten Eisenplatte sich befindet, bestreut. Um sie ferner von den durch das Härten entstandenen Krümmungen zu befreien, wie auch die Dichtigkeit und Zähigkeit des Stahles zu vermehren, werden sie kalt oder gelinde erwärmt unter dem schon erwähnten Polirhammer oder einem andern kleinen, sehr schnell gehenden Schwanzhammer, dem Klöpperhammer, überschlagen (das Klöppern oder Blauhämmern). Den Schluß macht das Richten mit einem 1 bis 1,5 kg schweren Handhammer auf einem Holzblocke, um die etwa noch vorhandenen unregelmäßigen Krümmungen zu beseitigen, und das Anschleifen der Schneide auf einem großen, vom Wasser umgedrehten Schleifsteine, welches so schnell geschehen ist, daß in einer Stunde über 50 Sensen von einem Arbeiter geschliffen werden.

Um die richtige Zerstückelung der zum Sensenschmieden dienenden Stahlstäbe zu erleichtern, bedient man sich zur vorläufigen Eintheilung des Stabes in gleiche Theile von dem bestimmten Gewichte öfters einer sogenannten Wasserwage[1]). — Beim Härten, beim Abklatschen und besonders beim Klöppern springen manche Sensen, wenn der Stahl nicht von ganz guter Beschaffenheit ist. Eine Sensenschmiede mit einem Arbeiterpersonale von 17 Köpfen erzeugt in einem Arbeitstage über 200 kleine oder 150 bis 160 mittlere Sensen. Aus 100 kg Sensenzeug (Stahl) kommen etwa 60 kg fertige Sensen, und von 100 Stück Sensen fallen durchschnittlich 5 oder 6 in den Ausschuß. Eine gute Sense muß hinlängliche Härte besitzen, um eine scharfe, dauerhafte Schneide anzunehmen, und doch zugleich genug Zähigkeit, um durch Steine und andere harte Körper, welchen ihre Schneide beim Gebrauch begegnet, keine Scharten zu bekommen. Schönes glattes Ansehen und heller Klang beim Anschlagen werden als Kennzeichen der Güte betrachtet; außerdem schätzt man ein geringes Gewicht bei gehöriger Steifheit. Beim Ansetzen der Spitze gegen einen festen Punkt muß durch Drücken auf die Hamm die Sense sich um 70 bis 100 mm krumm biegen lassen, nachher aber völlig wieder in ihre anfängliche Gestalt zurückspringen. Durch einen kraftvollen Schlag auf einen eisernen Nagel darf die Schneide keinen Eindruck und keine Scharte bekommen, während im Gegentheil der Nagel einen beträchtlichen Einschnitt zeigen muß.

Man unterscheidet Schleifsensen und Klopfsensen. Die ersteren ertragen keine andere Art der Schärfung als durch Schleif- und Wetzstein. Die Klopfsensen dagegen bestehen aus einem so vorzüglich zähen Materiale, daß ihre Schneide durch Hämmern auf einem kleinen Ambosse (das sogenannte Dängeln, Dengeln, Tangeln, chapler) sich dünn austreiben läßt, worauf die Schärfung mittelst des Handwetzsteines oder des mit grobem Schmirgel überzogenen Streichholzes (palette) leicht und schnell von Statten geht; hierbei entsteht überdies der Vortheil einer längeren Dauer, weil durch das Dängeln die Breite der Klinge immer wieder ein wenig vermehrt wird, wogegen die Schleifsense durch das oft wiederholte Schärfen bald zu viel an ihrer Breite verliert. Die Klopfsensen genießen daher den entschiedensten Vorzug, und wo man Schleifsensen macht, geschieht es nur wegen Mangels der zu ersteren erforderlichen Stahlgattung. Zum Dängeln hat man wohl öfters eine kleine maschinelle Einrichtung (Dängelgeschirr, Dängelstock)[2]).

Die Größe und die Gestalt der Sensen unterliegt in verschiedenen Gegenden mancherlei Abweichungen. Man gibt im Handel ihre Länge nach Zollen an, oder nach Spannen oder nach Handbreiten: die Hand (Faust) zu 4 Zoll oder 100 mm, die Spanne zu zwei Handbreiten oder etwa 200 mm gerechnet. Die größten Sensen sind 16händig (16 Faust oder 8 Spannen lang), die kleinsten messen 6 Faust oder 2½ bis 3 Spannen; 7- bis 9händige (welche 0,5 bis 0,6 kg zu wiegen pflegen) sind die üblichsten.

Die Verfertigung der Sicheln und der Strohmesser oder Futtermesserklingen geschieht auf ganz ähnliche Weise wie die der Sensen. 100 Stück Sicheln wiegen 11,5 bis 28 kg, Strohmesser 0,8 bis 3,3 kg das Stück.

---

1) Berliner Verhandlungen, XVII. (1838), S. 62.

2) Jobard, Bulletin, VIII. 51. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königr. Hannover 1845, S. 28. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. VI., S. 105.

VI. Nadeln[1]).

1) **Nähnadeln** (aiguilles, *needles*)[2]). — Die Nadeln geben ein recht auffallendes Beispiel von dem Vortheile, welchen die fabrikmäßige Theilung der Arbeit gewährt. Eine Nähnadel muß zu ihrer gänzlichen Vollendung 90 bis 120 Mal (je nach Verschiedenheiten in der Fabrikation) durch die Hand gehen; es würde demnach unmöglich sein, sie um den bekannten niedrigen Preis herzustellen, wenn nicht einerseits jede Haupt-Operation besonderen Arbeitern zugewiesen wäre, welche darin — weil sie immer nur diesen einzelnen Theil der Fabrikation betreiben — die größte Fertigkeit erlangt haben, und andererseits die meisten Operationen mit einer großen Anzahl Nadeln gleichzeitig vorgenommen würden.

Man verfertigt die Nähnadeln theils aus Stahldraht, theils aus Eisendraht; im letzteren Falle müssen sie vor dem Härten durch Einsetzen (S. 27) in Stahl verwandelt werden. Die Fabrikation ist lange Zeit in solcher Weise betrieben worden, daß sie theilweise Handarbeit war, wogegen neuerlich die Anwendung von Maschinen in größerer Ausdehnung stattfindet.

A. Aeltere Fabrikationsmethode. — Der Draht, den die Fabrik in der gewöhnlichen Gestalt von Ringen (bottes, *coils*) erhält, wird zuerst auf einen achtarmigen Haspel abgewickelt, dessen Umfang 4 bis 5 m beträgt. Man erhält auf diese Weise einen sehr großen Ring, welcher nachher mittelst einer schräg stehenden, von einem Arbeiter oder vom Wasser bewegten Schere an zwei entgegengesetzten Punkten durchschnitten wird, sodaß er in zwei Büschel, jedes 2 bis 2,5 m lang und aus 90 bis 100 Drähten bestehend, zerfällt. Die nämliche Schere wird zugleich angewendet, um diese langen Büschel ferner zu zertheilen, und zwar in Stücke oder sogenannte Schachte (Schafte, *lengths*), welche die doppelte Länge der Nadeln haben. Um dieses Maß richtig zu treffen, bedient sich der Arbeiter eines Maßes oder einer Lehre (Schachtmodell), nämlich einer halbzylindrischen oder auch flachen Rinne von Holz, die an beiden Enden offen, aber im Innern durch eine Querwand in zwei ungleich lange Theile getrennt ist. Die eine Abtheilung hat das Maß der doppelten, die andere dasjenige der einfachen Nadellänge. Man muß folglich für jede Nummer der Nadeln ein eigenes Modell haben. Der Arbeiter hält dasselbe in der rechten Hand auf der einen Seite der Schere; mit der Linken faßt er auf der andern Seite das Drahtbüschel, dessen gleichgestoßene Enden er in die lange Abtheilung des Modelles bis an dessen Querwand einschiebt. Wenn sonach der Schnitt unmittelbar am Ende des Modelles gemacht wird, so haben die in dem letztern befindlichen abgeschnittenen Stücke gerade die erforderte Länge.

Die Schere macht, durch Elementarkraft betrieben, 21 Schnitte in der Minute; zwei Schnitte sind nöthig, um ein Büschel von hundert Drähten zu durchschneiden, und der dritte Schnitt geht mit dem Weglegen der geschnittenen Schachte verloren: mithin können in einer Minute etwa 700 oder in einer Stunde 40,000 Schachte verfertigt werden, woraus 80,000 Nadeln entstehen.

Die Schachte müssen zunächst geradegerichtet werden, da sie zum Theile zufällig ein wenig verbogen sind, sämmtlich aber diejenige Krümmung haben, welche dem vorläufigen Aufwinden des Drahtes in Ringform entspricht. Dieses Richten (Feuerrichten, dresser, *straightening*, *rubbing*) geschieht mittelst einer einfachen Richtmaschine. Es werden 5000 bis 15000 Schachte dicht zusammen in zwei starke eiserne Ringe gesteckt, welche letzteren von der Mitte und von den Enden der Drähte etwas entfernt bleiben; das Ganze glüht man schwach zwischen Holzkohlenfeuer, um

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. X. und XXIV. Artikel: Nadelfabrikation.
[2]) Dictionnaire technologique, T. I., p. 192. Paris 1822. — Ch. Tomlinson, Cyclopaedia of useful Arts. Vol. II. London and New-York 1854, p. 321. — M. C. Laboulaye, Encyclopédie technologique, T. I., Paris 1853. Artikel: Aiguilles. — Mittheilungen 1862, S. 326.

die Drähte weich zu machen, und rollt es endlich noch warm zwischen einer horizontalen festliegenden und einer darüber gelegten beweglichen Platte, welche letztere (das Streicheisen, der Streicher, *rubber)* so ausgeschnitten ist, daß sie nur auf die Drähte ihren Druck ausübt, nicht aber von den Ringen gehindert wird. Das Streicheisen ist 600 mm lang, und am untern Ende einer pendelartigen Vorrichtung aufgehangen, welche an Handgriffen von zwei Arbeitern hin und her geschoben wird[1]). Fünf oder sechs solche Bewegungen reichen hin, das Richten zu bewerkstelligen, wobei zugleich der größte Theil des Glühspanes durch die Reibung abfällt. Die geradegerichteten Schachte werden nun auf der Schleifmühle (aiguiserie) an beiden Enden zugespitzt (Schleifen, dégrossir, empointer, *pointing).* Die Schleifmühle enthält eine Anzahl vom Wasser getriebener Schleifsteine, welche dichtkörnige und ziemlich harte Sandsteine von 100 bis 130 mm Dicke sind. Ihr Durchmesser ist verschieden, von 150 bis 750 mm; durch eine an ihrer Achse befindliche Rolle und eine Schnur ohne Ende erhalten sie von einem Rade der bewegenden Welle aus eine Umdrehung von solcher Geschwindigkeit, daß der Umkreis in einer Sekunde 30 bis 45 m durchläuft: man läßt nämlich Steine von 150 mm etwa 4000, solche von 750 mm wohl 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute machen, um die Arbeit zu beschleunigen. Der vor dem Steine sitzende Arbeiter nimmt zwischen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand oder zwischen die flach und schräg über einander gelegten beiden Hände 20 bis 50 oder selbst 100 Schachte (je nach ihrer Feinheit) und hält das Ende derselben an den Stein, während er durch eine Verschiebung des Daumens oder der einen ganzen Hand den ausgebreiteten Drähten eine geringe rollende Bewegung ertheilt, damit die Spitzen rund ausfallen und genau in der Achse der Nadeln entstehen.

Ein Arbeiter kann des Tages 30,000 bis 100,000 Nadeln anspitzen. Das Schleifen muß, des Rostes halber, trocken geschehen; die Schleifer sind daher dem Stein- und Metallstaube ausgesetzt, welcher eingeathmet die schlimmsten Folgen für die Gesundheit herbeiführt. Unter den verschiedenen Vorrichtungen, durch welche man diesen Nachtheil zu entfernen versucht hat[2]), besteht die einfachste und zugleich zweckmäßigste darin, den Stein mit einem Kasten zu umgeben, der überall geschlossen ist mit Ausnahme einer kleinen Oeffnung, durch welche die zu schleifenden Drähte eingehalten werden. Die schnelle Umdrehung des Steines erzeugt einen Luftzug, welcher den Staub in den Kasten hinein und ferner durch ein Abzugrohr fort in einen Schornstein reißt. Um diese Wirkung noch zu befördern, mündet in das Abzugrohr eine zweite Röhre, welche heiße Luft aus einem Ofen zuführt oder mit einem Ventilator (Flügelgebläse) verbunden ist, dessen saugende Wirkung den Luftzug unterstützt. Der Kasten ist aus 12 mm dicken gewalzten Eisenplatten gebildet, damit er zugleich die nöthige Sicherheit beim Zerspringen des Schleifsteines gewährt[3]). — Man soll durch Wasserdampf, der in das Arbeitszimmer eingelassen wird, die Niederschlagung des in der Luft schwebenden Staubes erreichen können.

Nachdem die Schachte an beiden Enden mit Spitzen versehen sind, werden sie in der Mitte geschnitten (halbirt), sodaß sie eine doppelte Anzahl Nadeln liefern. Hierzu bedient man sich der schon (S. 515) erwähnten Schere, oder einer besonderen Halbirschere, und der kürzeren Abtheilung des Schachtmodelles, statt der letzteren wohl auch eines eigenen kleineren Werkzeuges ähnlicher Art. Indem die in das Modell gelegten Drähte mit ihrer halben Länge daraus hervorragen und dieser heraussstehende Theil abgeschnitten wird, erhält man lauter Nadeln von bestimmter Länge. Um dieses letzteren Umstandes sicherer zu sein, ist es (da beim Schleifen der Spitzen leicht etwas mehr oder weniger an Länge verloren geht) vorzuziehen, daß man den Schachten ein wenig mehr als die doppelte Nadellänge gebe und beim Zerschneiden derselben erst

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XIV. (1835), S. 260. — Bulletin d'Encouragement XLII. (1843), p. 54. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 113.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 11, S. 196; Bd. 15, S. 294; Bd. 27, S. 13; Bd. 143, S. 409. — Jahrbücher, VII. 296, 297. — Bulletin d'Encouragement, XV. 76; XXII. 157.

[3]) Berliner Verhandlungen, XI. (1832), S. 280. — Bulletin d'Encouragement, XLII. (1843), p. 52.

die Spitzen des einen Endes, dann die des anderen Endes in das Modell lege: der kleine Theil, welcher hierbei, nach zwei gemachten Schnitten, aus der Mitte der Schachte in den Abfall kommt, ist (obwohl er durchschnittlich 5 mm von jedem Schachte oder Nadelpaare beträgt) nicht in Betracht zu ziehen gegen die vollkommenere Gleichheit der Nadeln.

Als Vorbereitung zur Bildung des Oehres wird nun das obere Ende einer jeden Nadel ein wenig flach- oder breitgeschlagen: das Pflöcken, palmer, *flattening*. Der hiermit beschäftigte Arbeiter sitzt vor einem würfelförmigen, 80 bis 90 mm langen und breiten, stählernen Amboße, hält mit Zeigefinger und Daumen der linken Hand 20 bis 25 fächerförmig ausgebreitete Nadeln an den Spitzen, legt dieselben auf den Ambos und bewirkt durch wenige Hammerschläge an allen die erforderliche Abplattung. Weil hierdurch die Kopf-Enden hart werden, so muß man jetzt die Nadeln abermals ausglühen, wozu man eine große Anzahl derselben zusammen in einen eisernen Ring steckt. Die Oehre werden gewöhnlich von Kindern verfertigt, deren kleine Hände zu dieser zarten Arbeit am besten taugen, und zwar in zwei auf einander folgenden Operationen, welche man das Einschlagen (marquer) und Aushacken (troquer) nennt. Beim Einschlagen wird nur die Stelle des Oehres (oeil, trou, chas, *eye*) vorgezeichnet, indem man die Nadel mit dem platten Ende auf einen spitzen stählernen Stift legt und einen leichten Schlag mit dem Hammer giebt. Zu beiden Seiten dieses Stiftes befinden sich Widerlagen, welche genau die Mitte der Nadel auf die Spitze hinweisen. In anderen Fabriken geschieht das Einschlagen mit einer in der Hand gehaltenen kleinen Punze auf einem kleinen Amboße und zwar von beiden Seiten der Nadel. Zum Aushacken dient ein kleiner Durchschlag (S. 256) von der Gestalt des Oehres. Man legt die Nadel zuerst auf Blei und schlägt mit einem Hammerstreiche das Loch durch, wobei das entsprechende kleine Stückchen der Nadel im Blei sitzen bleibt; dann wird auf einem flachen stählernen Stocke oder Amboße die noch auf dem Durchschlage steckende Nadel von jeder Seite des Oehres ein Mal mit dem Hammer geschlagen, um das Oehr völlig auszubilden. Runde Oehre wurden sonst nicht immer durchgeschlagen, sondern zuweilen mittelst einer kleinen Rennspindel (S. 274) gebohrt (*drilled eyes*), in welcher man vortheilhaft statt des stählernen Bohrers eine Diamantspitze gebrauchte. Nach Vollendung des Oehres wird die Nadel am Kopf-Ende geweißt, d. h. während man sie in einer Schiebzange (S. 230) hält und an ein auf dem Werktische befestigtes Feilholz stützt, mit einer kleinen und feinen Feile zugerundet, wobei zugleich mittelst einer andern eigenthümlich gestalteten Feile auf jeder Seite die vom Oehr auslaufende Kerbe eingefeilt wird (évider)[1]), welche bekanntlich dazu dient, einerseits das Einfädeln zu erleichtern, andererseits beim Nähen ein hohles Bett für den Faden darzubieten, damit dieser nicht mit seiner ganzen Dicke das Hindurchgehen der Nadel durch den Stoff erschwert. Nadeln, die bei der Verfertigung des Oehres oder beim Weißen verbogen wurden, richtet man hierauf durch Rollen auf einer Stahlplatte mit einem feilenförmigen aber glatten Werkzeuge wieder gerade (*soft straightening*).

Um die erwähnte Kerbe (die Fuhre, cannelure, *groove*, *gutter*) hervorzubringen, bedient man sich vortheilhafter einer Maschine, welche aus einem kleinen Fallwerke von ähnlicher Einrichtung wie die zum Anköpfen der Stecknadeln (S. 528) gebräuchliche Wippe besteht. Die Vorrichtung enthält zwei stählerne Stempel, deren jeder, mittelst einer auf ihm befindlichen Hervorragung, die Kerbe auf einer Seite der Nadel eindrückt. Auf einen einzigen Schlag des herabfallenden Oberstempels ist nicht nur die Nadel auf beiden Seiten gekerbt, sondern auch das Kopfende derselben gehörig abgerundet. In Frankreich erfand man ein kleines Stoßwerk (S. 373), sowohl um die Kerben hervorzubringen, als die Oehre durchzustoßen[2]). Für den ersteren Zweck wird die Nadel in der Maschine auf eine Art kleinen stumpfen Meißels gelegt und empfängt von oben her, durch die Wirkung der Schraube, den Eindruck eines zweiten, gleichen Meißels, wobei sie durch

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 69, S. 114.
[2]) Brevets, XXIII. 201.

zwei Seitenbacken an der richtigen Stelle erhalten und abzugleiten verhindert wird. Zur Bildung des Oehres kommen die schon gekerbten und nachher ausgeglühten Nadeln ein zweites Mal in die Maschine, in welcher man jetzt an die Stelle des obern Meißels einen kleinen Drücker oder Stempel, und statt des untern Meißels eine geeignete Unterlage anbringt, sodaß das Ganze als Durchschnitt (S. 257) wirkt. Mittelst dieser Maschine sollen zwei Kinder täglich 12,000 bis 15,000 Nadeln mit dem Oehre versehen können, während ihre gewöhnliche Leistung bei der Handarbeit nur 1500 bis 2000 beträgt. — Gewisse Sorten Nadeln werden in den Aachener u. a. Fabriken mit einer eigenthümlichen Einkerbung bezeichnet, welche sich unweit des Oehres befindet und der Gestalt eines Y nicht unähnlich ist (Y-grec-Nadeln, aiguilles à l'y grec). Diese Einkerbung wird gemeinschaftlich mit der Fuhre in dem Fallwerke eingeprägt.

Nach der eben beschriebenen Operation, sowie nach der Verfertigung des Oehres u. s. w. werden die Nadeln einzeln und unordentlich in eine blecherne Schachtel geworfen. Um sie für die nachfolgende Behandlung zu ordnen, d. h. gerade und parallel zu legen, bedient man sich eines einfachen und schnell wirksamen Verfahrens (Zusammenstoßen, Gleichschieben, Schieben genannt), welches darin besteht, daß man eine Masse von 15,000 bis 20,000 und noch mehr Nadeln in eine flache blecherne Mulde mit etwas konkavem Boden bringt, und dies Gefäß auf eine eigenthümliche Weise schüttelt: in 3 bis 4 Minuten ist die Absicht erreicht.

Die aus Stahldraht gemachten Nadeln werden nun unmittelbar gehärtet (*hardening*). Zu dem Behufe wägt man sie in Parthien von 100,000 bis 500,000 Stück ab; legt Portionen von je ungefähr 10,000 Stück auf Eisenblech-Tafeln von 300^{mm} Länge und 150^{mm} Breite, deren lange Seiten aufgebogen sind; macht sie in einem kleinen Ofen über Kohlenfeuer schwach rothglühend und wirft sie mit streuender Bewegung schnell in ein Gefäß mit Thran (oder mit Oel, worin weniger Nadeln sich krummziehen). Der Thran oder das Oel wird sodann durch einen Hahn abgelassen, die Nadeln aber rafft man mit eisernen Kellen zusammen und ordnet sie durch Schütteln auf die zuvor angegebene Weise. In einigen englischen Fabriken soll die Erhitzung mittelst eines Bades von geschmolzenem und rothglühendem Blei geschehen, wodurch allerdings eine gleichmäßigere Hitze zu erreichen sein wird. — Die geringeren Sorten, welche aus Eisendraht verfertigt sind, werden durch Einsetzen (*pying*) gehärtet, indem man sie (200,000 bis 300,000 Stück auf ein Mal) in einem irdenen oder gußeisernen Topfe mit Härte, d. h. mit einem Gemenge von pulverisirter Holzkohle und Hornpulver einpackt, einen Deckel mit Lehm aufkittet und das Ganze im Ofenfeuer 7 bis 10 Stunden lang stark glüht. Nach dem Verkühlen werden die Nadeln vom Pulver befreit, parallel geschüttelt, in Ringe eingesteckt, zum Rothglühen erhitzt, gerichtet (sowie früher die Schafte), nach dem Abkühlen ebenso wie Stahlnadeln in Oel oder Thran gehärtet.

In jedem Falle müssen die gehärteten Nadeln durch Anlassen (Ablassen, *tempering*) von ihrer zu großen Sprödigkeit befreit werden. Man verfährt auf verschiedene Weise. An einigen Orten werden die aus dem Härtekessel kommenden Nadeln in einer Pfanne über Feuer getrocknet, dann in einer zweiten Pfanne mit Schmalz erhitzt, bis dieses verbrannt ist. In anderen Fabriken erhitzt man sie auf der eisernen Deckplatte eines Ofens, bis sie rothgelb oder violett anlaufen. Bei dieser zweiten Methode ist es jedoch, um die Anlauffarbe zu erkennen, nöthig, daß man die gehärteten Nadeln von Zunder befreie, was dadurch geschieht, daß man sie (bei 20,000 Stück) auf einer starken und dichten Leinwand ausbreitet, diese walzenförmig zusammenrollt, an beiden Enden mit einer Schnur fest umbindet, in Wasser taucht, und auf einem Tische mittelst eines darüber gelegten Stockes in vor- und rückwärts wälzende Bewegung bringt. Die Nadeln scheuern sich durch diese Behandlung gegenseitig in dem erforderlichen Grade ab. Häufig geschieht das Anlassen auch in einer über Kokesfeuer rotirenden Trommel oder in siedendem Thrane.

Unter den gehärteten und angelassenen Nadeln befinden sich viele, welche durch das Härten krumm geworden (*crooked*) sind. Um diese herauszufinden und gerade zu machen (Hammerrichten, *straightening*, *hard straightening*, *hammer straightening*) rollt eine Arbeiterin jede Nadel prüfend zwischen Daumen und Zeigefinger und richtet dieselbe,

wenn sie eine Krümmung bemerkt, mit der Finne eines kleinen Hammers auf einem stählernen Schlagstöckchen.

Man schreitet nun zum Poliren (Schauern oder Scheuern, Poliren, polissage, *grinding*, *scouring*), welches die langwierigste Arbeit der Nähnadel-Fabrikation ist. Auf einer Unterlage von mehrfacher grober und dichter Leinwand schichtet man die Nähnadeln (ungleiche — jedoch des nachherigen Sortirens halber sehr verschiedene — Dicken zusammen, alle parallel liegend und 7 oder 8 Reihen der Länge nach an einander) in mehreren abwechselnden Lagen mit scharfem Sande, begießt das Ganze mit Rüböl, rollt es fest zu einem wurstähnlichen Körper zusammen, bindet diesen Ballen (*buff*) an den Enden, und umwickelt (verstrickt) ihn noch mit einer straff angespannten Schnur. Ein Ballen, der 450 bis 600mm lang und 75mm bis 125mm dick ist, enthält 150,000 bis 200,000, ja selbst eine halbe Million Nadeln, und oft werden 12 bis 20 oder 40 Ballen zugleich auf einer vom Wasser getriebenen Maschine bearbeitet, zu deren Bedienung ein einziger Mensch hinreicht. Die Maschine zum Poliren der Nähnadeln (die Scheuermühle, verderbt: Schauermühle, Schormühle)[1]) besteht im Wesentlichen aus einem starken Tische, auf welchem die beschriebenen Ballen durch Hin- und Herziehen einer starken hölzernen Tafel vor- und rückwärts gerollt oder gewälzt werden, sodaß das Ganze Aehnlichkeit mit einer gewöhnlichen Wäsch-Rolle oder Mange hat. Oft ist umgekehrt die untere Tafel beweglich, und das obere, beschwerte Blatt liegt fest, wodurch der Erfolg keine Abänderung erleidet. Die Ballen durchlaufen einen Raum von 300 bis 450mm Länge und zwar in einer Minute 18 bis 20 Mal hin und eben so oft her. Nach 10- bis 18stündiger Bearbeitung öffnet man den Ballen, reinigt die Nadeln mittelst Sägespänen in einer Tonne, die um ihre eigene Achse gedreht wird, trennt sie von den Spänen durch Schwingen in einer Mulde und bringt sie durch Schütteln wieder in ihre parallele Lage. Sie werden hierauf abermals in Ballen eingedreht und das Scheuern auf der Mühle nebst den darauf folgenden, eben genannten Arbeiten wiederholt sich. Diese ganze Behandlung wird überhaupt fünf bis zehn Mal nach einander auf gleiche Weise vorgenommen, nur daß man die letzten Male statt des Sandes trockene Kleie anwendet. Die sogenannte englische Politur, welche viel schöner als die gewöhnliche ist, wird nicht mittelst Sand hervorgebracht, sondern mit Schmirgel, Oel und weicher Seife angefangen, mit Zinnasche oder Kolkothar fortgesetzt und mit Kleie beendigt. Wenn man sich der Zinnasche oder des Kolkothars bedient, so werden die Nadeln in einer kupfernen Trommel mit heißem Seifenwasser gewaschen und mit Sägespänen in der erwähnten Tonne abgetrocknet.

Die gänzlich polirten Nadeln werden alle parallel und dann so gelegt, daß Oehr neben Oehr sich befindet, was durch zwei Operationen erreicht wird. Was nämlich die parallele Lage betrifft, so erhält man sie durch das schon oben angezeigte Mittel (Schütteln in einer Mulde); dann aber bringt man die Nadeln auf einen Tisch, an welchem Kinder sich damit beschäftigen, sie in zwei Abtheilungen zu sortiren, je nachdem die Spitzen nach der linken oder rechten Seite liegen: sodaß in jeder Abtheilung alle Nadeln gleich liegen (Behöhlegen, détourner, *heading*). Die Nadeln werden mit beiden Zeigefingern in eine dünne Schicht auseinandergezogen, die dickeren Köpfe ziehen sich dabei nach außen und werden so behöht; man sucht hierbei die zerbrochenen und die krummen Nadeln aus und richtet letztere mit dem Hammer gerade. — Die Nadeln, deren Spitzen beim Poliren abgebrochen sind, werden ausgesucht, aber nicht verworfen, sondern neu angeschliffen und als kürzere Sorten verkauft. Um solche Stücke schnell zu entdecken, steckt ein Arbeiter 2000 bis 3000 Nadeln in einen 50 mm weiten eisernen Ring, stößt die Oehre auf dem Tische gleich und sieht nun scharf auf die Spitzen, wodurch die kürzeren leicht bemerkt werden, die man dann mit einer am Oehre umgebogenen Nadel an der abgebrochenen Spitzenseite herauszieht. — Nadeln, die sich beim Poliren gebogen haben, werden auf einer hölzernen Unterlage mit dem Hammer geradegerichtet. — Endlich wird jede Gattung Nadeln nach den zufälligen

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 5, S. 64. — Chr. F. Hollunder, Tagebuch einer metallurgisch-technologischen Reise, S. 287, Nürnberg 1824.

Ungleichheiten der Länge in drei Abtheilungen gebracht, damit nur Stücke von möglichst vollkommener Gleichheit zusammen verpackt werden.

Zur Verpackung werden die Nadeln bekanntlich hundertweise (oder viertelhundertweise) in Papierpäckchen, **Briefe**, eingeschlagen (*papering*). Das Abzählen wird oft durch eine mechanische Vorrichtung[1]) sehr beschleunigt oder eigentlich ganz erspart. Das Wesentliche hiervon besteht in einem eisernen Lineale, in dessen Oberfläche der Quere nach hundert Furchen, der Dicke der Nadeln entsprechend, eingeschnitten sind. Indem der Arbeiter zwischen Zeigefinger und Daumen eine Anzahl Nadeln faßt und damit über das Lineal hinfährt, bleibt in jeder Furche eine Nadel liegen (zwei haben darin nicht Platz); sobald ein Blick gelehrt hat, daß keine Furche leer blieb, ist auch das Zählen geschehen. In einigen Fabriken wägt man, statt zu zählen, nachdem ein Mal das Gewicht von hundert Nadeln schon bekannt ist.

Die schon in Papier gelegten Nadeln erleiden schließlich noch eine Behandlung, durch welche ihren Spitzen die beim Poliren verloren gegangene Schärfe wieder gegeben wird, und die man das **Brauniren** (bleuir) nennt. Es dient hierzu ein kleiner, schnell um seine Achse gedrehter Schleifstein, dessen Durchmesser sehr gering, dessen Länge aber etwas bedeutender ist. Der Arbeiter faßt 25 Nadeln auf ein Mal mit den Fingern und bietet sie dem Steine auf die schon (S. 516) beschriebene Weise dar. Der äußerst feine Schleifstrich, welcher hierbei an den Spitzen entsteht, geht nach der Länge der Nadeln und unterscheidet sich dadurch sichtbar von der Politur der übrigen Theile, welche über den Umkreis, rechtwinklig gegen die Achse, stattgefunden hat.

Der erwähnte Schleifstein, ein dichter quarziger Glimmerschiefer (der natürlicher Weise trocken gebraucht wird), ist in einigen Fabriken zylindrisch, 125 mm lang und 40 mm im Durchmesser dick. An anderen Orten ist man der Meinung, daß es wesentlich sei, dem Steine eine vierseitig-prismatische Gestalt (mit quadratischem Querschnitte) zu geben; und man macht ihn 80 bis 100 mm lang, bei 13 bis 32 mm Seite des Quadrates, je nach der verschiedenen Größe der Nadeln. Die vier Kanten streichen oder schlagen schnell nach einander die Nadeln und bringen somit einen ähnlichen Erfolg hervor, wie eine Feile, mit der man ein Metallstück der Länge nach abzieht. Neuerdings werden die meisten Nadeln auf schnellrotirenden Polirscheiben, welche auf mit Watte unterlegtem Leder einen feinen Schmirgelüberzug enthalten, durchaus polirt. — Nicht selten kommen Nadeln mit vergoldeten Oehrenden vor (eine Ausschmückung, die man meist auf die besseren Sorten anwendet); hierzu bedient man sich der Aethervergoldung (S. 456) oder der galvanischen Vergoldung (S. 457).

B. **Neuere Fabrikationsmethode.** — In der neuesten Zeit sind in der Nähnadelfabrikation mehrere wesentliche Verbesserungen eingeführt worden, deren Darstellung jetzt mit Beziehung auf das Vorausgegangene zu geben ist. Hiernach nimmt die Fabrikation folgenden Gang:

Das Zerschneiden des Drahtes in Schachte von der doppelten Nadellänge findet auf die S. 515 beschriebene Weise statt; jedoch hat das **Schachtmodell**, da späterhin kein Halbiren mit der Schere ausgeführt wird, eine andere Beschaffenheit. Es enthält nämlich keine kürzere Abtheilung, sondern besteht einfach aus einem geraden 160 mm langen, 30 mm breiten, 1 bis 1,5 mm dicken Stahl- oder Eisenbleche, welches an einem Ende rechtwinklig 27 mm hoch aufgebogen ist. Durch ein Loch dieses aufgebogenen Theiles geht eine 140 mm lange, 6 mm dicke Schraube, welche außerhalb mit einer Flügelmutter, innerhalb mit einer sechsseitigen Gegenmutter versehen ist, über der Mittellinie des Bleches liegt und am Ende in einer 5 mm dicken beweglichen Wand ihre Befestigung hat. Diese Wand, etwa von gleicher Höhe mit dem aufgebogenen Theile des Bleches und parallel zu demselben stehend, dient zum Anlegen der Drahtenden, bestimmt durch ihren Abstand von dem nicht aufgebogenen Ende des Bleches

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XIV. (1835), S. 262. — Bulletin d'Encouragement, XLII. (1843), p. 55.

die Länge der Schachte, und wird deshalb nach Bedürfniß vermittelst der beiden erwähnten Schraubenmuttern verstellt, hierauf noch besonders durch eine Druckschraube auf ihrem Platze gesichert. In neuerer Zeit geschieht das Schneiden der Schafte auf Maschinenscheren mit selbstthätiger Zuführung des Drahtes; sechs Schafte werden zugleich geschnitten; eine Schüttelvorrichtung legt dieselben parallel; ein Mann bedient 2 Maschinen; jede Maschine liefert stündlich 100,000 Schafte.

Das Richten der Schachte geschieht gleichfalls in der aus dem Obigen bekannten Art (s. u.). In Bezug auf das Spitzen ist aber zu bemerken, daß man hierzu gegenwärtig ausschließlich eine eigenthümliche Spitzmaschine (Schleifmaschine)[1]) gebraucht. In derselben wirkt ein Schleifstein von hohlkehlenartig ausgeschweifter (hyperboloidischer) Gestalt, 210 mm lang, an den Enden 390 mm und in der Mitte nur 310 mm dick. Durch eine über diesem Steine angebrachte, mit Kautschuk umkleidete Scheibe von 370 mm Durchmesser, deren gleichfalls horizontale Achse beinahe rechtwinklig gegen die Steinachse angeordnet ist, werden auf einer konkav bogenförmigen, mit der Scheibe konzentrischen, den untern Theil derselben auf eine Bogenlänge von 75° umschließenden, auch mit Kautschuk belegten Bahn die aus einem vorgelegten Vorrathe hereinfallenden Nadelschachte langsam fortgerollt, wobei sie von einem Ende des Steines zum andern weiterschreiten und stets mit dem zuzuspitzenden Theile den Stein berühren. Zu diesem Behufe macht die Scheibe nur 1 Umdrehung in 1 Minute, wogegen der Schleifstein in derselben Zeit 1500 Umläufe vollbringt. Kräftige Exhaustoren sorgen für die Entfernung des Stein- und Stahlstaubes.

Nimmt man beispielsweise Schachte von 1 mm Dicke, also 3,14 mm Umfang an, so würden auf der 242 mm langen bogenförmigen Bahn, falls sie ganz gefüllt wäre, in runder Zahl 240 Schachte Platz finden und gleichzeitig bearbeitet werden. Macht die Kautschukscheibe, deren Umfang 1162 mm beträgt, in 60 Sekunden einen Umgang, so braucht sie zur Durchmessung eines Bogens von 75° = 242 mm sehr nahe 12,5 Sekunden; das Doppelte hiervon = 25 Sekunden würde also jeder Schacht unter der Bearbeitung verweilen, wenn sich durchaus keine gleitende Bewegung der rollenden beimischte, und er würde sich dabei $\frac{242}{3{,}14}$ d. h. 77 Mal um seine Achse drehen. Während jener 25 Sekunden würden aber 240 Schachte abgeliefert, was pr. Minute 576 oder pr. Stunde 34560 betrüge. Gegen diese theoretische Leistung bleibt die praktische nicht sehr bedeutend zurück; es wird angegeben, daß die Maschine in 1 Minute 500 oder in 1 Stunde 30000 Nadeln gewöhnlicher Stärke anspitzen könne, was oft eine ganze Tagesarbeit eines Mannes auf dem üblichen Schleifsteine ist (S. 516).

Die wesentliche Abweichung der neuern Fabrikation von der ältern beginnt mit der nun folgenden Bildung der Oehre, und besteht vorzüglich darin, daß die Oehrbildung ohne vorausgegangenes Halbiren der Schachte Statt findet, demnach in der Mitte jedes Schachtes zwei Oehre nahe neben einander gemacht werden, wodurch ungemein an Kosten gespart wird, weil die Verfertigung dieses Doppelöhres nicht mehr Zeit und Arbeit erfordert, als jene eines einfachen Oehres. Um die Matrizen zu schonen, polirt man vor dem Stampfen die Schachten in ihrer Mitte auf einer Schleifmaschine (Mittenschleifmaschine), wobei die stündliche Leistung eines Mannes 150,000 Stück beträgt; dann wird unter einem kleinen Fallwerke zwischen zwei Stempeln der mittlere Theil des Schachtes geprägt (*stamping, pressing*), wobei derselbe sich etwas abplattet, von oben und von unten her Eindrücke (*first eye*) von der Gestalt der Oehre empfängt, links und rechts aber auf 3 bis 6 mm Länge ein Bart (Grath) herausgetrieben wird. Sofern die Nadeln mit Fuhren (S. 517) versehen sein sollen (— denn einzelne Fabriken lassen dieselben weg und geben dafür zur Erleichterung des Einfädelns dem Oehre eine längere eiförmige Gestalt —) bilden auch diese sich durch die Prägstempel. Dann folgt das Durchstoßen der so vorgezeichneten Oehre (das Oehren, *eyeing*) in einem kleinen Durchschnitte mit Schraube, zwei Zäpfchen am Stempel und zwei Löchern in der Matrize. Die Herstellung der zum

---

[1]) Polyt. Centr. 1863, S. 839.

Prägen erforderlichen Stempel und der Patrizen, mit deren Hülfe sie erzeugt werden, bildet den wichtigsten und schwierigsten Theil der ganzen Fabrikation.

Die Operation des Prägens geschieht übrigens gegenwärtig häufig mittelst sogenannter Stampfmaschinen, welche den Drahtstiftmaschinen ähnlich construirt sind; eine solche Maschine liefert stündlich etwa 3000 Stück und je 3 Maschinen erfordern zur Bedienung einen Mann. Auch für das Durchstoßen kommen jetzt von elementarer Betriebskraft bewegte Maschinen in Gebrauch, deren Leistung ungefähr das Dreifache der Hand-Durchschnitte beträgt.

Zur ferneren Behandlung werden nun 80 bis 100 Doppelnadeln auf zwei durch ihre Oehre geschobene platte Stahldrähte angefädelt (Einreihen, *spitting*) und mit diesen auf ein Holzklötzchen gelegt, wo man sie, mit Ausnahme des mittleren Theils, vermöge zweier darüber gelegter durch einen Tritt niedergezogener Eisenschienen bedeckt und einklemmt. In dieser Unbeweglichkeit gestatten sie, den vorerwähnten beim Prägen entstandenen Bart mittelst einer flachen Feile abzunehmen (das Feilen, Runden, *filing*), welche Operation nach dem Umwenden des Bündelchens auch auf der anderen Seite vorgenommen wird. Hiernach lassen die Doppelnadeln sich leicht mit Hülfe eines breiten Feilklobens zwischen den beiden Oehren (wo beim Prägen eine Kerbe gebildet wurde) entzweibrechen und in einfache Nadeln zerlegen (Theilen, *dividing*, *breaking*); und es wird schließlich jede noch auf ihrem Drahte steckende Hälfte des Bündelchens am Kopfende befeilt (*refiling*, *heading*), um die Bruchstelle zu glätten und abzurunden. Durch den auch hierbei angewendeten Feilkloben wird das Verbiegen der Nadeln verhindert, sodaß kein Geraderichten danach vorfällt. Statt dieses (als veraltet anzusehenden) Verfahrens bedient man sich gegenwärtig des Abschleifens auf einem kreiszylindrischen rotirenden Schleifstein zur Entfernung der Bärte, wobei ein Mann stündlich 10000 Stück Schaften fertig bringt. Hierauf bricht der nächste Arbeiter die nur noch wenig an den Köpfen zusammenhängenden Nadeln (in Bündeln von 15—20^{mm} Dicke) auseinander, während die Einreihdrähte noch in den Oehren stecken bleiben. Die so entstehenden aus einfachen Nadeln gebildeten Reihen werden bis zur Hälfte der Nadellänge in Einspannzangen gefaßt und auf kleinen rotirenden (mit Exhaustor versehenen) Schleifsteinen an den Köpfen gerundet.

Der Rand des Oehres hat vom Durchstoßen her eine mehr oder weniger scharfe Kante, welche beim Nähen den Faden abschneiden würde. Es wird sogleich angegeben werden, auf welche Weise man gewöhnlich diesen Fehler beseitigt; einige englische Fabriken thun dies sofort nach dem Befeilen der Köpfe und zwar mittelst einer kleinen Maschine[1]), worin die Nadeln in großer Anzahl auf dünnen gehärteten (entweder kantigen, oder mit der Feile rauh gemachten, auch wohl mit etwas Oel und sehr feinem Schmirgel versehenen) Stahldrähten angefädelt, diese Drähte angespannt befestigt sind und eine rasche schwingende Bewegung erhalten, vermöge welcher die Nadeln auf den Drähten sich schwenken und das Ausschleifen der Oehre binnen etwa 1½ Stunden erfolgt (*burnishing the eye*).

Sodann folgt das Härten, Anlassen und Schauern in bekannter Weise (S. 518—519). Nach dem Schauern aber werden die Köpfe (Oehr-Enden) noch ein Mal angelassen, daß sie blau anlaufen (daher *blueing*, bronzage), um sie als den schwächsten Theil der Nadel weniger zerbrechlich zu machen. Hierzu bedient man sich entweder eines durch einen Ofen glühend gehaltenen eisernen Bolzens, mit welchem man die in eine breitmaulige Zange eingespannten Nadeln zur Berührung bringt, oder man benutzt die Blaumachmaschine, bei der ein rotirendes Rädchen die Nadeln einzeln aufnimmt und durch eine so regulirte Gasflamme führt, daß sie beim Verlassen derselben bis zur richtigen Länge blau geworden sind; Leistung 50,000 Stück per Stunde; Bedienung 1 Mann für 2 Maschinen. Sofern das Innere der Oehre nicht schon vor

[1]) Polyt. Journ., Bd. 83, S. 253. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 164. — Brevets, T. 84, p. 207.

dem Härten auf die eben beschriebene Art geglättet ist, geschieht dies jetzt, indem man mittelst einer Art Reibahle die Oehrränder ein wenig aussenkt und ihrer Schärfe beraubt (Bohren, driller, *drilling*). Hierzu dient eine kleine Drehbank, an deren Spindel sich die spitzige vierkantige schnell umlaufende Reibahle befindet; auf die Spitze der letzteren muß jede Nadel einzeln, und zwar mit beiden Seiten des Oehres, einen Augenblick angehalten werden, aber das Mädchen, welches die Arbeit verrichtet, spannt in eine breite Zange 100 bis 200 Nadeln auf einmal, welche durch geschicktes Streichen mit einem Messer dahin gebracht werden, sämmtlich die Oehre nach derselben Seite zu kehren. Nachdem die ganze Zahl auf der einen Seite gebohrt ist, dreht man die Zange um und bietet die andere Seite des Oehres der Reibahle dar.

Von Nadeln, welche diese Bearbeitung erlitten haben, pflegt man zu sagen, daß sie gebohrte Oehre (*drilled eyes*) haben; sie müssen wohl von jenen (jetzt nicht mehr vorkommenden) Nadeln unterschieden werden, in welchen das Oehr von Grund aus durch Bohren entstand (S. 517).

Um den beim Schauern mehr oder weniger abgestumpften Spitzen ihre volle Schärfe wiederzugeben, werden die Nadeln nachgespitzt (*setting the points*), aber nicht auf einem Steine, sondern auf einer in einer kleinen Drehbank eingespannten Schmirgelwalze von ungefähr 50 mm Durchmesser und 200 mm Länge; zugleich entfernt man das überflüssige Blau an den Köpfen und rundet diese nochmals; endlich polirt man die ganze Länge der Nadeln auf einer Lederscheibe mit Schmirgel (brunir, *polishing, finishing*). In diesen beiden Operationen werden die Nadeln wie beim Spitzen (S. 516) gehandhabt, beim Poliren jedoch zuerst an den Spitzen und dann an den Kopfenden gehalten.

Zum Einzählen der Nadeln in die bekannten kleinen Papierhülsen wird von einigen Fabriken folgende kleine Maschine [1]) benutzt: Ein Vorrath von Nadeln liegt am oberen Ende einer geneigt angebrachten Spiegelglasplatte; eine Nadel nach der andern gleitet von selbst zwischen dieser Glasplatte und einer nahe über derselben befindlichen Stahlschiene hinab, und geräth unter eine stählerne, das Glas beinahe berührende Scheibe von 7 mm Dicke und etwa 30 mm Durchmesser, welche mittelst einer Handkurbel an ihrer horizontalen Achse umgedreht wird. Die Scheibe enthält auf ihrer Randfläche 100 zur Achse parallele Kerben, geräumig genug um eine Nadel einzulassen; bei jeder 25sten Kerbe ist ein tieferer Einschnitt, in welchen ein Sperrkegel fällt, um einen Haltpunkt fühlbar zu bezeichnen; allein bei weiterem Drehen hebt sich der Sperrkegel von selbst wieder aus. Am Fuße der schiefen Fläche liegt das bereits gefaltete, aber offene Papier. Indem nun jede Kerbe der Scheibe, bei Umdrehung der letzteren, eine Nadel an deren mittlerem Theile faßt, mitnimmt nnd in das Papier hinabrutschen läßt, braucht die bei der Maschine beschäftigte Arbeiterin nur jedes Mal, wann der Sperrkegel einfällt mit dem Drehen innezuhalten, das volle Papier wegzunehmen und ein leeres vorzulegen, um ohne weitere Kontrole in jedem Päckchen 25 Nadeln zu vereinigen. —

100 kg Draht (Schachte) würden bei großen und mittleren Sorten durchschnittlich 75 kg fertige Nadeln geben, wenn nicht manches Stück während der Fabrikation durch Zerbrechen ꝛc. verloren ginge. Von einer groben Nummer wogen 100 Schachte 90,7 g und 200 Nadeln 67,7 g; von einer feineren 100 Schachte 39,9 g und 200 Nadeln 30,0 g. — Gute Nähnadeln müssen vollkommen gerade sein, sich schlank zu einer scharfen, genau in der Achse liegenden Spitze verjüngen, eine feine Politur besitzen, im Oehre nicht rauh oder scharf sein, und weder sich bleibend biegen noch gar zu leicht brechen.

Man unterscheidet im Handel viele Sorten von Nadeln, deren Unterschiede theils in der Länge und Dicke, theils in der Gestalt der Oehre (rundöhrige, kurzöhrige und langöhrige Nadeln), theils in der mehr oder weniger feinen Politur, der Güte des Stahles u. s. w. liegen. Die Nähnadeln zerfallen wenigstens in drei Gattungen, welche sich durch ein verschiedenes Verhältniß der Dicke und Länge von einander unterscheiden (S. 524). Man nennt sie lange oder dünne (*sharps*), halblange oder halbdicke (*betweens*) und kurze oder dicke (*blunts*). Diese drei Gattungen kommen in zwölf Sorten, Nr. 1 bis 12, vor, wobei durchgehends die höchste Nummer die feinste

[1]) Polyt. Centr. 1863, S. 841.

Sorte anzeigt. Länge und Dicke der kleinsten und größten Sorten sind annähern[d] wie folgt:

	Lange		Halblange		Kurze	
	Nr. 1	Nr. 12	Nr. 1	Nr. 12	Nr. 1	Nr. 1[2]
Länge in Millim.	48	28,5	42	23	36	22
Dicke „ „	1,19	0,34	1,19	0,34	1,19	0,4[illegible]
Gewicht von 1000 Stück, Gramm	339	18	295	14,4	255	21

Ein vollständigeres Sortiment enthält folgende Gattungen: 1) *Sharps*, Nr. 1 bis 12, die eigentlichen oder gewöhnlichsten Nähnadeln (*sewing needles*); 2) *Short sharps* oder *Short*, Nr. 1 bis 10, etwas kürzer, für stärkere Arbeit bei Schneidern und im Haushalt; 3) *Ground downs*, Nr. 1 bis 10, kürzer als die vorigen, für Schneider; 4) *Betweens*, Nr. 1 bis 10, kürzer und ein wenig dicker als *Ground downs*, auch stärker in der Spitze, zu starker Leinwand, zur Korsettnäherei u. dgl. 5) *Blunts*, Nr. 1 bis 10, ein wenig kürzer und auch etwas dicker als die vorigen, mit noch stärkeren Spitzen, die größeren zum Teppichnähen, die kleineren zum Einfassen der Hüte 2c. 6) *Straw*, Nr. 1 bis 10, dünn und viel länger als alle vorstehenden, zu Putzmacherei und anderer sehr leichter Arbeit. —

Man findet sehr annähernd das Gewicht von 1000 Stück Nähnadeln in Grammen *(G)* mittelst der Formel

$$G = l \times d^2 \times P,$$

worin l die Länge und d die Dicke der Nadeln (beide in Millimeter ausgedrückt), P aber eine aus der Erfahrung abgeleitete Zahl bedeutet. Diese letztere Zahl muß etwas verschieden genommen werden, je nach dem Verhältnisse zwischen Länge und Dicke, welches durch den unächten Bruch $\frac{l}{d}$ dargestellt wird. Es ist nämlich:

für $\frac{l}{d}$ = 30 bis 50 . . . $P = 5,08$
„ „ = 51 „ 60 . . . $P = 5,20$
„ „ = 61 „ 90 . . . $P = 5,35$
„ „ größer als 90 . . . $P = 5,42$

Besondere Arten der Nadeln sind: die Stopfnadeln (*darners, darning needles*), 35 bis 63 mm lang, mit sehr langen und weiten Oehren; lange Stopfnadeln (*double long*), 54 bis 90 mm; die Tapetnadeln, 33 bis 42 mm, mit extra erweiterten Oehren von 12 mm Länge; Packnadeln (*packing needles*), 65 bis 80 mm, gerade und krumme, an der Spitze zweischneidig; zweiöhrige und dreiöhrige Nadeln (Schnürnadeln, *passe-lacets*), mit 2 oder 3 Oehren untereinander, von flachem breiten Draht; Schuhmacher-Nadeln, 26 bis 46 mm, mit theils drei-, theils vierschneidiger Spitze, am Oehre etwas gebogen oder auch gerade; Hutnadeln, 52 bis 72 mm, die Spitze rund, zweischneidig oder dreischneidig, die Oehre theils rund, theils kurz, theils lang; Sattlernadeln, 37 bis 50 mm, statt der Spitze eine runde Schneide; Billardnadeln, mit gebogener Spitze, zum Ausbessern des Tuchüberzuges an Billardtafeln.

Seit Einführung der Nähmaschinen ist die Fabrikation der zu diesen erforderlichen Nadeln (Nähmaschinen-Nadeln), bei welchen das Oehr dicht über der Spitze sitzt, ein wichtiger Zweig der Nadelfabrikation geworden. Hier macht sich im Allgemeinen ein größeres Maaß von Sorgfalt für jede einzelne Nadel erforderlich. Man schneidet zunächst aus dem besten Stahldraht Stücken von der Länge einer Nadel und richtet diese wie andere Schachten im rothglühenden Zustand. Haben die Nadeln keine Kolben (dickere Ansätze zum Einschrauben in die Nadelstange), so werden sie (nach erfolgtem Blankschleifen auf einer Schmirgelscheibe) im Fallwerke geformt, auf einer Fräsmaschine mit der Rille, auf einem Durchschnitte mit dem Auge versehen; man entfernt hierauf durch Befeilen jeder einzelnen Nadel den beim Prägen gebildeten Bart und richtet dieselbe mittelst eines kleinen Hammers auf einem ganz ebenen Ambos gerade. Sollen die Nadeln (wie bei der Howe'schen Schiffchenmaschine und bei der Einfadenkettenstichmaschine von Wilcox & Gibbs) mit Kolben versehen sein, so muß der Stahldraht von der Dicke dieses Kolbens gewählt und vor dem Prägen auf die erforderliche Länge zur Nadeldicke abgedreht, abgefräst oder (in besonderen kleinen Schmiedemaschinen) ausgeschmiedet werden; die alsdann geprägten und gelochten Nadeln werden auf der Spitzen- und Kolbenseite genau zur richtigen Länge abgeschnitten, auf kleinen Schleifsteinen (rund, querschneidig oder

meißelförmig) gespitzt, am Kolbenende gerundet und ringsum glatt geschliffen; das Auge wird in der (auf S. 522) beschriebenen Art ausgeschmirgelt. Nach erfolgter Reinigung der Nadel wird dieselbe von Neuem mit dem Hammer gerichtet, sorgfältig gehärtet und angelassen, auf Schmirgel- und Bürstenscheiben blank gemacht; die Rillen werden fein ausgeschliffen, das Auge wird nochmals durch lang andauerndes Hin- und Herziehen auf einem mit Oel und Schmirgel bedeckten Faden auspolirt. Sodann wird die Nadel mit Seifenwasser abgewaschen und mit Sägemehl getrocknet, mittelst der Lupe auf das genaueste (besonders im Auge) untersucht und von rauhen oder unebenen Stellen, die sich hierbei ergeben, durch Nacharbeit befreit. Endlich werden die Nadeln abermals gerichtet, sodaß die Spitze und die Achse der Nadel und des Kolbens genau in eine Gerade fallen; die Spitzen werden von Hand auf einem kleinen Schleifstein nachgeschärft und (wie auch die übrige Oberfläche der Nadel) auf das Feinste mittels Schmirgelscheiben polirt. Die fertigen Nadeln werden zu je 12 Stück in das bekannte schwarze Papier verpackt. Es gibt gegen 100 verschiedene Sorten von Maschinen-Nadeln (den verschiedenen Nähmaschinen-Systemen entsprechend) und von jeder derselben etwa 30 Nummern und Spitzenarten.

Als den Nähnadeln in der Form und Verfertigung verwandt, mögen hier die **Hechelnadeln, Hechelzähne** (zur Zusammensetzung der Flachshecheln) Erwähnung finden. Man hat sie von 18 bis 36 mm Länge zu den Hechelkämmen (*gills*) der Flachsspinnmaschinen; hierzu werden oft die in der Nähe des Oehres beim Scheuern (S. 519) abgebrochenen Nähnadeln benutzt; ferner von 50 bis 190 mm Länge für Handhecheln. Die Sorten bis aufwärts zu etwa 90 mm werden aus Stahldraht durch ein der Nähnadelfabrikation wesentlich gleiches Verfahren (wobei nur alle auf das Oehr bezüglichen Arbeiten wegfallen) dargestellt. Für die kleinen, höchstens 50 mm langen Nadeln schneidet man den Draht in Stücke von etwa 200 mm Länge; diese werden dann auf dem trockenen Schleifsteine an beiden Enden zugespitzt, in der bestimmten Länge abgeschnitten, wieder gespitzt, abgeschnitten und so fort bis nur noch kleine Endchen als Abfall übrig sind. Größere Nadeln werden nur in der doppelten Länge geschnitten und nach dem Anspitzen beider Enden in der Mitte durchgetheilt. Das Härten geschieht wie bei den Nähnadeln. Zum hierauf folgenden Anlassen bedient man sich eines eisernen Kästchens, ungefähr 180 mm lang, 30 mm breit und hoch, welches mit 6 Abtheilungen versehen ist, deren jede etwa 30 mm im Quadrate mißt. Diese Abtheilungen werden mit Hechelnadeln so gefüllt, daß alle dicken Enden auf dem Boden des Kästchens ruhen und die Spitzen nach oben stehen. So gefüllt wird das Kästchen auf die geheizte Eisenplatte des Anlaßofens gestellt, um von unten auf die Hitze zu empfangen. Von Zeit zu Zeit zieht der Arbeiter eine Probenadel und versucht sie am dicken Ende mittelst eines leichten Hammerschlages umzubiegen; läßt sich die Nadel auf diese Weise biegen ohne zu brechen, so ist der richtige Zeitpunkt eingetreten, um unverzüglich den Inhalt des Kästchens auszuschütten. Die krummen Stücke sucht man dann aus, damit sie durch vorsichtiges Hämmern geradegerichtet werden. Nun folgt das Scheuern oder Poliren, welches dem der Nähnadeln gleich ist; und nachdem schließlich die Nadeln noch nachgespitzt worden (vergl. S. 520), sind sie zum Verkaufe fertig. — Hechelzähne von 100 mm und darüber in der Länge sind am Fuße (an dem dicken Ende) vierkantig, und werden nicht aus Draht, sondern aus quadratisch gewalzten Stahlstäbchen gemacht. Da hier das Zuspitzen durch Schleifen zu zeitraubend sein würde, so werden sie durch Schmieden aus freier Hand (ohne Gesenk) zur schlank verjüngten Gestalt ausgebildet, und zwar in doppelter Länge so, daß ein mittlerer Theil von 25 bis 50 mm die vierkantige Gestalt behält. Die Vollendung geschieht auf dem Schleifsteine mit mehreren gleichzeitig, unter drehender Bewegung zwischen den flachen Händen. Nach dem Durchtheilen oder Halbiren, dem Härten und Anlassen, nöthigenfalls auch Geraderichten, folgt das Poliren, welches nicht durch Scheuern in Packeten (Ballen), sondern auf einer Lederscheibe mit Schmirgel (S. 520) verrichtet wird.

2) **Stricknadeln** (aiguilles à tricoter, *knitting needles*). — Ihre Verfertigung hat mit jener der Nähnadeln große Aehnlichkeit, ist jedoch viel einfacher, indem alle Arbeiten, welche auf die Bildung des Oehres Bezug haben, wegfallen. Der Eisen- oder Stahldraht wird mittelst des Schachtmodelles in gehörigen Längen zugeschnitten, die Schachte werden auf der Maschine gerichtet (S. 515), an beiden Enden rundspitzig angeschliffen, gehärtet (die eisernen eingesetzt), angelassen und auf der Scheuermühle polirt. Die Länge der Stricknadeln ist 200 bis 250 mm; hinsichtlich der Dicke werden viele Sorten gemacht, die man dergestalt mit Nummern bezeichnet, daß die höheren Nummern den dünneren Sorten entsprechen. Größere Gattungen von Stricknadeln, 300 bis 600 mm lang, werden nur an einem Ende zugespitzt, am andern mit einem messingenen Kopfe nach Art der Stecknadeln versehen (**Kopfnadeln**, broches à tricoter).

3) **Haarnadeln** (épingles à friser, épingles à cheveux, *hair pins*). — Sie werden aus Eisendraht im Schachtmodelle geschnitten, an beiden Enden zugespitzt und über einer Klammer zusammengebogen. Eingesetzt oder gehärtet werden sie nicht; man läßt sie aber blau anlaufen oder schwärzt sie mit Leinöl (S. 476). Eine Verbesserung sind die aus doppelt zusammengedrehtem Drahte gemachten Haarnadeln, welche durch ihre schraubenartigen Windungen fester im Haare stecken.

4) **Stecknadeln** (épingles, *pins*). — Ihre Darstellung begreift: die Verfertigung des Schaftes, die Verfertigung des Kopfes, die Verbindung des Kopfes mit dem Schafte, endlich einige Arbeiten zur Vollendung oder Verschönerung der Nadeln. Hier, wie bei den Nähnadeln, macht allein die fabrikmäßige Theilung der Arbeit und die fast durchaus stattfindende gleichzeitige Behandlung einer großen Anzahl von Stücken, den geringen Preis möglich. — Das Material ist in der Regel Messingdraht; nur selten werden Nadeln aus Eisendraht gemacht, die man blau anlaufen läßt oder mit Leinöl in der Hitze schwärzt (Trauer-Nadeln), und bei deren Verfertigung übrigens kein eigenthümliches Verfahren vorkommt.

Der Messingdraht zu den Schäften der Stecknadeln muß so hart und steif als möglich sein; es ist deshalb zweckmäßig, nicht unmittelbar den käuflichen Draht anzuwenden, sondern denselben in etwas größerer Dicke anzukaufen und auf einer Handleier (S. 203) durch einige Löcher eines Drahtzieheisens zu ziehen (s. S. 193). Diese Vorarbeit abgerechnet, beginnt die Fabrikation der Nadeln mit dem Geradmachen oder Richten (dresser, dressement, *straightening*) des Drahtes. Letzterer kommt von der Ziehscheibe in Ringen, die 180 bis 230mm Durchmesser haben: diese Krümmung wird ihm benommen, indem man ihn zwischen den Stiften des Richtholzes (engin) durchzieht.

Auf einem Brete von hartem Holze, 330mm lang und 190mm breit, sind sieben Stifte von ziemlich starkem Eisendrahte eingeschlagen, welche in aufrechter Stellung 12 bis 18mm über die Holzfläche hervorragen. Ihre Anordnung ist so getroffen, daß sie abwechselnd zur rechten und zur linken Seite einer geraden Linie stehen, die man sich zwischen ihnen hinlaufend denkt, und welche der durchgehende Draht verfolgt. Indem somit der Draht den ersten, dritten, fünften und siebenten Stift zu seiner Linken, dagegen den zweiten, vierten und sechsten zu seiner Rechten hat, und in genauer Berührung mit allen diesen Stiften an ihnen vorüber streift, muß er alle Biegungen verlieren, welche er in der Horizontal-Ebene des Bretes besitzt. Zugleich wird er verhindert, sich vom Brete zu erheben, und folglich auch in der Vertikal-Ebene gerade gerichtet. Dies geschieht zum Theil schon durch ein kleines, dicht auf der Bretoberfläche sitzendes Eisendraht-Oehr, durch welches der Draht vor seinem Eintritte zwischen die Stifte durchgeht; vorzüglich aber durch zwei kleine hölzerne Keile, welche, unter einer Klammer von Eisendraht steckend, auf dem Messingdrahte liegen und ihn während seines Durchgehens durch die Stifte verhindern, vom Brete in die Höhe zu steigen. Doch sind diese Keile nur bei einem neuen Richtholze nothwendig; späterhin schleift der Draht in den eisernen Stiften allmälig Furchen oder Kerben aus, die ihn ohne weitere Beihülfe auf die Fläche des Bretes niederhalten. Für jede Nummer des Drahtes sind auf dem Richtholze eigene Stifte vorhanden, weil deren Stellung gegen einander verschieden sein muß nach der Drahtdicke. Ein Ring Draht wird auf einen stehenden, sich leicht um seine Achse drehenden Haspel gelegt; man führt den Draht zwischen die Stifte des Richtbretes, faßt ihn mit der Drahtrichtzange (welche eine gewöhnliche Kneipzange von mittlerer Größe ist), zieht ihn auf eine Länge von 5 bis 7m durch, kneipt ihn mit der nämlichen Zange nahe am Brete ab, und fährt so fort, ihn in lauter gerade Stücke von der angegebenen Länge zu verwandeln.

Diese höchst einfach scheinende Arbeit erfordert große Uebung, wenn sie vollkommen gelingen soll. Kommt der Draht nicht völlig gerade aus den Stiften hervor, so biegt man letztere durch leichte Hammerschläge ein wenig nach der einen oder andern Seite, bis ein durchgezogenes Drahtende beim Austritte gar keine Neigung sich zu krümmen zeigt. Dieses Ziel schnell und sicher zu erreichen, ist ziemlich schwierig; das Durchziehen selbst setzt keine Kunstfertigkeit voraus. Ein Arbeiter kann in einer Stunde wenigstens 1000m Draht richten.

Die beim Richten erhaltenen langen Stücke werden gleichgestoßen und (100 bis 200 und mehr zugleich) in Schäfte, tronçons, von der zwei-, drei- oder vierfachen

Länge der Nadeln zerschnitten (das Zerschroten). Die Werkzeuge hierzu sind eine an einem hölzernen Klotze befestigte, mit dem Fuße bewegte Stockschere (die sogenannte Schrotschere) und ein Schaftmodell, welches mit dem bei der Nähnadelfabrikation gebräuchlichen Schachtmodelle (S. 515) hinsichtlich der Einrichtung und des Gebrauches übereinstimmt. Die längere Abtheilung des Schaftmodelles ist 2, 3 oder 4 Mal so lang als eine Stecknadel, die kürzere hat gerade die Länge einer Nadel. Der Arbeiter kann etwa sechs Schnitte in einer Minute machen und stündlich 30,000 bis 50,000 Schäfte liefern. Diese werden nunmehr an beiden Enden zugespitzt, und wieder eine große Anzahl auf ein Mal) mittelst der kürzeren Abtheilung des Schaftmodelles in einzelne Nadellängen (hanses) zerschnitten.

Haben die Schäfte nur die doppelte Nadellänge, so erfordern sie einen einzigen Schnitt durch die Mitte; außerdem aber sind zwei oder drei Schnitte nothwendig, wobei es sich von selbst versteht, daß vor jedem folgenden Schnitte neue Spitzen gemacht werden müssen. Am besten ist es, auch im ersteren Falle zwei Schnitte daran zu wenden, um lauter ganz gleiche Nadeln zu erhalten, mit Aufopferung eines kleinen Abfalles (vergl. S. 517).

Das Spitzen oder Anspitzen (empointage, *pointing*) der Stecknadeln weicht von jenem der Nähnadeln wesentlich nur darin ab, daß es nicht auf einem Schleifsteine, sondern auf einer scheibenförmigen Feile, dem Spitzringe (meule), geschieht. Dieser hat 125 bis 150 mm im Durchmesser, 45 mm in der Breite und macht wenigstens 1200 Umdrehungen in der Minute, mittelst Schnurrad und Rolle. Sein Umkreis oder seine Stirn ist mit Stahl belegt, wie eine Feile mit Unter- und Oberhieb versehen, und gehärtet.

Zu feinen Nadeln gebraucht man zwei Spitzringe, welche neben einander auf derselben Achse sich befinden, nämlich einen mit grobem Hieb, um die Spitzen vorzuarbeiten (dégrossissage), und einen feineren, um sie zu vollenden und zu glätten (finissage); ja man kann drei oder vier Spitzringe von stufenweise steigender Feinheit in Form einer Walze vereinigen, wozu eine besondere (anscheinend wenig praktische) Konstruktion angegeben ist[1]). — Der vor dem Spitzringe stehende oder sitzende Arbeiter (empointeur) nimmt 20, 30 oder 40 Drahtstücke, breitet sie in einer Fläche zwischen beiden Daumen und Zeigefingern aus, legt sie an den Spitzring und gibt ihnen mittelst der Daumen eine drehende Bewegung um sich selbst, welche dadurch erleichtert wird, daß die Richtung der Drähte einen kleinen Winkel mit der Ebene des Spitzringes macht. In einer Stunde können 3500 bis 4000 Schäfte an beiden Enden mit Spitzen versehen werden. Das Zuspitzen ist eine der Gesundheit höchst nachtheilige Arbeit, indem außer den größeren Feilspänen, welche von dem Spitzringe abfliegen und schnell niederfallen, eine Menge feiner Messingstäubchen sich in der Luft verbreiten und zum Theil eingeathmet werden. Wie sehr das Messing in die Organe des Körpers eindringt, zeigt sich auf eine merkwürdige Weise dadurch, daß die Haare der Zuspitzer gewöhnlich mit der Zeit sich grün färben. Man kann hier die nämlichen Sicherungsmittel anwenden, wie beim Schleifen der Nähnadeln (S. 516). — Die durch längeren Gebrauch stumpf gewordenen Spitzringe erlangen durch Beizen mit Scheidewasser wieder einige Schärfe (vergl. S. 347). Man erkennt, daß der Ring stumpf ist, an der schneller eintretenden Erhitzung der Nadeln.

Die Köpfe oder Knöpfe der Stecknadeln bestehen gleichfalls aus Messingdraht, und zwar aus solchem, der ein wenig dünner ist, als der Draht zu den Schäften. Dieser Knopfdraht wird zuerst über einem 600 bis 900 mm langen Messingdrahte von der Stärke der Nadelschäfte (der Knopfspindel, *mould)* zu schraubenartigen Röhrchen, Spindeln (*heading)*, gewunden.

Man bedient sich zu dieser Arbeit (welche das Spinnen genannt wird) des Knopfrades (tour à tête), welches aus einem großen, durch eine Kurbel und einen Tritt umgedrehten Rade und aus einer eisernen, mit einer kleinen Rolle versehenen Spindel besteht. Eine Schnur ohne Ende läuft über das Rad und die Rolle, wodurch letztere in schnelle Umdrehung (1800 bis 3000 Umläufe in einer Minute) gesetzt wird. Die eiserne Spindel, welche diese Drehung theilt, endigt außerhalb des einen ihrer Lager in einen Haken, an welchen mittelst einer Schlinge die messingene Knopfspindel gehangen wird. Letztere empfängt auf diese Weise ebenfalls eine Drehung um ihre Achse und wickelt dem-

[1]) Brevets 1844, T. 16, p. 104.

zufolge den Knopfdraht um sich auf, den man daran befestigt, und von einem Haspel her zuleitet. Um aber hierbei die Knopfspindel gerade ausgespannt zu halten und die Aufwicklung des Drahtes auf dieselbe zu reguliren, sodaß Windung dicht an Windung sich legt, dient ein **Knopfholz**: ein Stück harten Holzes von 50 mm Länge, 25 mm Breite und Dicke, welches auf seiner quadratischen Endfläche zwei eiserne Stifte und zwei kleine Oehre von Eisendraht enthält. Indem der Arbeiter die Knopfspindel zwischen die zwei Stifte legt, den aufzuwickelnden Draht aber durch die zwei Oehre laufen läßt, führt er das in seiner Hand befindliche Knopfholz mit angemessener Geschwindigkeit längs der Knopfspindel (von dem befestigten Ende derselben nach dem frei schwebenden) hin.

Eine Person kann den Draht zu 36,000 Nadelköpfen in einer Stunde spinnen. — Schraubenförmig von Draht gewundene Röhrchen, nach obiger Art verfertigt, werden bekanntlich als Federn (**Hosenträgerfedern, Drahtfedern**, élastiques) angewendet. Zu schnellerer Darstellung derselben gibt es eigene Maschinen, welche mehrere Drähte zugleich verarbeiten und auch zum Spinnen des Knopfdrahtes dienen können [1]).

Mittelst der **Knopfschere** (einer Stockschere mit 80 bis 100 mm langen, fast 50 mm breiten, an der Schneide dünn geschliffenen und äußerst wenig über einander tretenden Blättern, vergl. S. 251) werden die von der Knopfspindel abgezogenen Röhrchen, 4 bis 12 auf ein Mal, in kurze Stückchen zerschnitten, deren jedes einen Nadelkopf gibt. Die Uebung und Geschicklichkeit des Arbeiters weiß es dahin zu bringen, daß jeder abgeschnittene Theil genau zwei Umgänge des gewundenen Drahtes enthält: eine Bedingung, ohne welche der Kopf nicht seine richtige Größe und Gestalt erhalten würde.

Ein fertiger Arbeiter schneidet 20,000 bis 40,000 Köpfe in einer Stunde. Die Köpfe werden, um sie recht weich zu machen und dadurch die nachfolgende Arbeit zu erleichtern, in einem großen eisernen Löffel über Kohlenfeuer ausgeglüht, hierauf aber mit verdünnter Schwefelsäure oder mit Essighefe wieder blank gebeizt. — Der Kopf einer Stecknadel wiegt durchschnittlich den achten Theil vom Gewichte des Schaftes, sodaß 1 kg Köpfe für 8 kg Schäfte hinreicht.

Die Verbindung des Nadelschaftes mit dem Kopfe, wobei letzterer zugleich seine kugelförmige Gestalt erhält, geschieht durch das **Anköpfen** (enclorre, frappage, *heading);* die dazu dienende Vorrichtung ist die **Wippe, Nadler-Wippe** (têtoir, *header)*, ein kleines Fallwerk, welches von einer Arbeiterin oder einem Kinde regiert und bedient wird. Der Hauptbestandtheil der Wippe ist eine vertikale, 1 bis 1,5 kg schwere Eisenstange, welche in Leitungen auf und nieder geht, um die Gegend ihrer Mitte mit einer 4 bis 6 kg wiegenden Bleikugel beschwert ist, und mittelst eines Hebels, einer Schnur und eines Fußtrittes aufgehoben wird. Im unteren Ende dieser Stange ist ein kleiner stählerner Stempel angebracht, und der dazu gehörige Unterstempel steht unbeweglich auf einem starken Tische oder Holzklotze, der die Grundlage der Wippe ausmacht. Die erwähnten Stempel (dé) sind gehärtet und violett angelassen; ihre einander zugekehrten Flächen, welche sich berühren wenn der Oberstempel nicht aufgehoben ist, sind nur 10 mm im Quadrate groß. Der Oberstempel enthält ein halbkugliges Grübchen (auche, têtine) von der Größe des halben Nadelkopfes; der Unterstempel ein ganz gleiches Grübchen nebst einer davon ausgehenden, bis an den Rand der Stempelfläche reichenden Kerbe.

Die Grübchen der Stempel sind mittelst des **Lüfters**, boutereau (einer 60 mm langen, rundspitzig zulaufenden und halbkuglig endenden harten Stahl-Punze) eingeschlagen; und eben dieses Werkzeuges bedient man sich, um die durch den Gebrauch abgenutzten Stempel auszubessern, nachdem man dieselben durch Ausglühen weich gemacht hat. — Die vor der Wippe sitzende Person hat neben sich die angespitzten Schäfte und die geschnittenen Köpfe zur Hand; ein Kästchen dient zum Hineinwerfen der fertigen Nadeln. Sie fährt mit der Spitze eines Schaftes in die Masse der Köpfe und spießt einen derselben auf (brocher), der dann sogleich nach dem Kopf-Ende hingeschoben wird. Nachdem nun durch den an der Wippe befindlichen Tritt die Stange mit dem Oberstempel aufgehoben ist, wird die Nadel dergestalt horizontal auf den Unterstempel gebracht, daß der Kopf in die halbkugelförmige Vertiefung, der Schaft dagegen (um nicht abge-

---

[1]) Brevets, XXXV. 175.

plattet zu werden) in die Kerbe zu liegen kommt, die Spitze aber mit den Fingern gehalten wird. Durch wiederholtes Fallenlassen der beschwerten Stange (deren Hubhöhe dabei gewöhnlich nicht viel über 12 mm beträgt) giebt man nun vier bis sieben Schläge mit dem Oberstempel, wobei nach jedem Schlage die Nadel gedreht wird. So bildet sich der Kopf zwischen beiden genau auf einander passenden Stempeln kugelförmig, und die zwei Drahtwindungen, aus welchen er besteht, pressen sich dergestalt fest zusammen, daß man an der fertigen Nadel nur noch ihre Spur durch eine feine, kaum sichtbare Linie entdeckt.

Das Festsitzen des Kopfes auf der Nadel wird größtentheils schon durch den stattfindenden Druck erreicht; mitwirkend aber sind dabei auch zwei andere Umstände, nämlich der kleine Grath, der am Kopfende des Nadelschaftes durch das Abschneiden mit der Schere entstanden ist, und die eigenthümliche Gestalt der im Unterstempel befindlichen Kerbe, welche auf der Nadel einen Eindruck macht und das Metall ein wenig nach dem Innern des Kopfes hin staucht. Ein gehörig geübter Arbeiter versieht in einer Stunde 1000 bis 1200 Nadeln mit den Köpfen. Diese bedeutende Schnelligkeit der Erzeugung hat man demungeachtet noch zu übertreffen versucht, indem man die Köpfe, statt sie aus Draht zu machen, von einer Mischung aus Zinn, Blei und Antimon auf die Nadeln goß[1]). In einigen Fabriken wurde dieses Verfahren ausgeübt: allein die gegossenen Köpfe waren gewöhnlich weder so glatt und schön, noch saßen sie so fest, wie die in der Wippe gestampften. — Hier muß auch der Maschinen gedacht werden, welche Stecknadeln, (40 bis 60 Stück in einer Minute) ganz ohne Beihülfe der Menschenhand verfertigen und den Kopf aus dem Nadelschafte selbst, durch Stauchung des dicken Endes, erzeugen[2]). Diese gestauchten Köpfe pflegen eine flach-birnförmige Gestalt zu haben, wie man sie auch zuweilen den gewöhnlichen (aus Drahtwindungen gemachten) Köpfen mittelst etwas abgeänderter Einrichtung der Wippenstempel, oder auf einer anderen von Hand zu bedienenden Kopfprägmaschine[3]) giebt. — Die eben erwähnten Maschinen, welche gänzlich selbstthätig aus dem ihnen in Ringen vorgelegten Drahte, durch Abschneiden, Zuspitzen und Anstauchen des Kopfes, die Nadeln erzeugen, scheinen keine genügenden Leistungen gewährt zu haben, wie man aus dem Umstande schließen muß, daß man in England zu der einfachen Methode zurückgegangen ist, die ganze Vorbereitung bis zum Anköpfen mittelst der von jeher üblichen Handarbeit (S. 527) verrichten zu lassen, und nur zur Kopfbildung eine Maschine (*heading machine*) anzuwenden. Von dieser Maschine giebt Folgendes einen Begriff: Die Nadelschäfte werden regelmäßig — parallel und die Spitzen aller nach einer Seite — in einen kleinen eisernen Mühlrumpf gelegt, aus welchem sie unten, eine nach der andern, herausgelangen, indem die Bodenöffnung des Rumpfes von einer mit Längenfurchen versehenen kleinen Walze verschlossen wird, in jede der Furchen eine Nadel sich lagert und eine schrittweise Umdrehung der Walze die Nadeln einzeln herausfördert. Sowie sich eine neue Nadel darbietet, wird dieselbe von einer Zange ergriffen und vor eine größere Zange geführt, in welche ein auf die Spitze drückender horizontaler Stempel sie hineinschiebt. In demselben Augenblicke schließt sich die große Zange und packt die Nadel fest, worauf der Kopfstempel drei rasch sich folgende kleine Stöße giebt, und hierdurch den gedrückt birnförmigen Kopf aufstaucht. Oeffnet sich nun ferner die große Zange, so überläßt sie die fertige Nadel an eine zweite kleine Zange, welche dieselbe wegführt und mit Hülfe einer besonderen Vorrichtung fallen läßt. Von großen Nadeln werden 112 bis 120, von kleinen 150 bis 160 in einer Minute solchergestalt mit Köpfen versehen; der Betrieb der Maschine geschieht durch Dampfkraft[4]), zwei oder drei Maschinen erfordern ein Mädchen zur Bedienung, jede Maschine liefert des Tages (der öfteren Störungen wegen) nur 40,000 bis 48,000 Nadeln.

Faßt man alle bisher vorgekommenen Operationen zusammen und berechnet die dazu

---

[1]) Brevets, XV. 218. — Jahrbücher, XIV. 66.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1827, p. 307. — Polyt. Journ., Bd. 17, S. 307; Bd. 27, S. 321; Bd. 157, S. 269. — Jahrbücher, XIV. 313. — Brevets, XL. 339; LV. 475; LXI. 288; LXXXVII. 513. — Brevets 1844, T. VII., p. 6. — Armengaud, VI. 436. — Génie ind., T. 19, p. 251. — Schweiz. Z. 1860, S. 79. — Polyt. Centr. 1860, S. 1582. — Jobard, Bulletin, T. 15, p. 19; T. 38, p. 1.

[3]) Brevets, XXXV. 284.

[4]) Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 431. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 355. — Polyt. Centr. 1852, S. 1239.

erforderliche Arbeitszeit für 100,000 Nadeln mittlerer Größe nach einem Durchschnitte, so ergiebt sich Folgendes:

Richten des Drahtes	3½	Stunden
Schneiden	1¼	"
Spitzen	26½	"
Zerschneiden nach dem Spitzen	8½	"
Spinnen des Kopfdrahtes	2¾	"
Schneiden der Köpfe	3½	"
Anköpfen unter der Wippe	92	"
Zusammen	138	Stunden.

Sollen die 100,000 Nadeln in 1 Tage verfertigt werden, so muß die Werkstätte mit 14 Personen besetzt sein und sind 9 Wippen erforderlich. Geschähe das Anköpfen in der Maschine, so würden 3 Maschinen durch 1 Person bedient reichlich genügen, das Personal sich auf 6 Köpfe vermindern und die Arbeitszeit folgende sein:

Richten	3½	Stunden
Schneiden	1¼	"
Spitzen	26½	"
Zerschneiden nach dem Spitzen	8½	"
Anköpfen	10¼	"
Im Ganzen	50	Stunden.

Die Stecknadeln sind während der Bearbeitung mehr oder weniger schmutzig geworden und angelaufen. Man kocht sie daher eine halbe Stunde lang in Weinsteinauflösung oder sehr verdünnter Schwefelsäure (oder scheuert sie in einem Kübel, einem um seine Achse gedrehten liegenden hohlen Zylinder ꝛc. mit einer solchen Flüssigkeit), wodurch sie blank werden, und wäscht sie sehr sorgfältig mit reinem Wasser. Zuletzt werden alle Nadeln, welche nicht von der schlechtesten Sorte sind, weißgesotten oder auf nassem Wege verzinnt (S. 441). Auch eiserne Nadeln sind zu dieser Behandlung geeignet, wenn man sie vorläufig rein abgebeizt und verkupfert hat (S. 442). Die weißgesottenen Nadeln werden gut abgewaschen (éteindre), durch Schütteln mit grober trockener Kleie in einem ledernen Sacke getrocknet und in einem um seine Achse gedrehten Fasse oder Kübel¹) — ebenfalls mit Kleie — polirt. Die Kleie entfernt man dann durch Sieben oder Schwingen.

Im Handel werden einige Sorten Stecknadeln unordentlich durch einander liegend nach dem Gewichte verkauft (**Gewicht-Nadeln**); die meisten aber werden reihenweise in Papierblätter, sogenannte **Briefe**, *sheets*, eingestochen (bouter, boutage, encartage, *papering*) und heißen hiernach **Briefnadeln**. Das Papier wird gehörig zusammengefaltet in die Spalte einer elastischen hölzernen **Klammer** geschoben, sodaß nur die Biegungen herausragen, worauf man die Klammer in zwei Hal[illegible]n an dem sogenannten **Klammerbrete** festlegt und die Nadeln aus freier Hand einsteckt. Oefters sind die Klammern von Eisen, unbeweglich vor der Kante des Arbeitstisches angebracht und zur festen Schließung (um das Papier gehörig einzuklemmen) mit einem federnden Haken versehen. Kerben, welche auf der Klammer eingefeilt sind, dienen jedenfalls als Richtschnur für die gleiche Entfernung und parallele Lage der Nadeln, sowie für ihre richtige Anzahl. Das Einstecken wird von Kindern verrichtet, welche darin eine solche Fertigkeit haben, daß sie in einer Stunde 3600 bis 4800 Nadeln stecken. Um einen ziemlichen Vorrath von Nadeln geordnet in die Hände zu bekommen, nimmt das Kind aus dem verwirrten Haufen, der ihm im Schoße liegt, ein Paar tüchtige Prisen und schlägt sie in einen 100 mm langen geraden Hornkamm ein, sodaß sie zwischen dessen Zähnen vermöge der Köpfe hängen bleiben; aus diesem Kamme streicht dann das Kind die Nadeln mit den Fingern heraus, zwischen welchen es sie sogleich festhält. Das vorläufige Falten des Papieres geschieht von einer eigenen Arbeiterin, welche drei Blätter über einander auf eine mit angemessenen kantigen Rippen versehene Platte legt und mit einem eisernen Stempel darüberfährt, in welchem sich den Rippen entsprechende Furchen befinden. An einigen Orten ist es gebräuchlich, das Papier vorher mit den Löchern zu versehen, w[...] zu ein fla[...]

¹) Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 433. — Polyt. Journ., Bd. 12[...] S. 356. — Polyt. Centr. 1852, S. 1240.

lerner **Steckkamm** mit 20 oder 25 spitzigen Zähnen dient, auf dessen Stiel man mit dem Hammer schlägt. Auch Maschinen werden in großen Fabriken zum Stechen des Papieres und zum Einstecken der Nadeln gebraucht[1]).

Gute Stecknadeln müssen ganz gerade, mit einer schlanken, scharfen, glatten und richtig in der Achse liegenden Spitze versehen sein, genügende Steifheit haben und am Kopfe, der gehörig festsitzen soll, durchaus keine Schärfe oder Rauhigkeit zeigen. Die durch Länge und Dicke verschiedenen Sorten werden mit willkürlich festgesetzten Nummern benannt. Die gewöhnlichen Stecknadeln sind 18 bis 75 mm lang; von den kleinsten gehen 24 bis 35 auf 1 g. Die Dicke des Schaftes ist in dessen Länge ungefähr 40 (bei den kleinen Sorten) bis 60 Mal (bei den großen) enthalten. Als besondere Arten kommen vor: **Anschlagnadeln** zum Gebrauch der Tapeziere, nur 18 mm lang, aber sehr dick und mit sehr großen Köpfen; **Bandnadeln**, die kleinsten aller Stecknadeln, zum Zusammenstecken der seidenen Bänder, 10 bis 12 mm lang und so leicht, daß 48 Stück nur 1 g wiegen; **Insekten-Nadeln**, zum Aufstecken der Insekten in Naturaliensammlungen, 33—40 mm lang, sehr dünn (0,25 bis 0,6 mm), mit sehr kleinen Köpfen und harten (schwer biegsamen) Spitzen.

VII. Fischangeln (Angelhaken, **hameçons, haims**, *fish-hooks*)[2]).

Man macht sie aus Eisendraht oder Stahldraht, der in gehöriger Länge auf einem Meißel abgehauen oder (wenn er sehr dünn ist) mit einer Schere abgeschnitten wird. Dann bildet man durch Einhauen mit einem Meißel oder durch Einschneiden mit einem hebelförmigen Messer den Widerhaken aus dem Groben, der hierauf, sowie die Spitze, mittelst der Feile weiter ausgebildet wird. Die Biegung erhält die Angel mit einer Rundzange oder durch ein mit einem Einschnitte versehenes Eisen. Endlich wird das zur Befestigung der Schnur dienende Ende auf einem Amboſſe mit dem Hammer plattgeschlagen.

In England und anderwärts bedient man sich bei Anfertigung der größeren Angelsorten einer kleinen Maschine, welche den Draht in gehöriger Länge abschneidet, den schrägen Einschnitt zur Bildung des Widerhakens macht und das Drahtende außerhalb des Widerhakens plattschlägt. Mittelst Handarbeit wird sodann ein Theil dieser Abplattung mit einer Schere so weggeschnitten, daß eine Spitze entsteht; endlich Spitze und Widerhaken fertig gefeilt. Die Maschine soll in einem Tage 15000 Stück vorbereiten und ein Arbeiter bis an 3000 Stück vollenden.

Da die Angeln Härte und Elastizität besitzen müssen, so werden sie (nachdem die aus Eisendraht verfertigten eingesetzt sind) gehärtet; dann scheuert man sie durch Schütteln mit Sand oder Schmirgel in einer Tonne oder in einem Sacke, und läßt sie auf einer heißen Eisenplatte blau anlaufen. Manche Sorten werden verzinnt.

Die im Handel gewöhnlich vorkommenden Fischangeln haben 6 bis 75 mm in der Länge; größere kommen öfters vor, kleinere werden nur als Kunststück (nicht zum Gebrauch) manchmal von einzelnen Arbeitern verfertigt, und man findet z. B. Angelhaken von solcher außerordentlichen Kleinheit, daß etwa 1600 Stück auf 1 g gehen.

VIII. Kantillen und Flittern.

Mit dem Namen **Kantille** oder **Bouillon** (cannetille, bouillon, *bullion, purl*) bezeichnet man ein Fabrikat, welches aus feinem, schraubenartig zu einem Röhrchen gewundenem Drahte besteht, und zum Sticken, bei der Verfertigung gewisser Borden, ferner der Fransen, Quasten, Epauletten u. s. w. gebraucht wird. Man verfertigt die Kantillen theils aus echtem oder unechtem Gold- und Silberdrahte (**matte Kantillen**); theils aus **Lahn** (lame d'or ou d'argent, *tinsel, flatted wire*), d. h. den eben genannten Drähten, nachdem diese zwischen den stählernen Walzen des Plätt-

[1]) Brevets, XV. 222, 225, 231; LXXXVII. 529. — Brevets 1844, T. VI., p. 109; T. XV., p. 246. — Armengaud, VI. 452. — Jobard, Bulletin, XV. 36.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. I. Artikel: Angel.

werkes[1]) geplättet oder flachgedrückt sind (Glanz-Kantillen); theils aus zementirtem Drahte (S. 213), der mit farbiger Seide dicht umwickelt (übersponnen) ist; selbst aus feinem mit Lahn übersponnenem Eisendrahte. Es wird dazu ein gewöhnliches Spulrad gebraucht, in dessen kleine Rolle man aber eine Stricknadel steckt, deren entgegengesetztes Ende in einer hölzernen Stütze läuft. Für dicke Kantillen gebraucht man hölzerne Nadeln von verschiedenem Durchmesser und ungefähr 150 mm Länge. Indem man den Anfang des feinen Drahtes, woraus die Kantille erzeugt werden soll, mit etwas Wachs auf der Nadel anklebt und mit der rechten Hand die Kurbel des Rades dreht, leitet man mit der linken den Draht mit mäßiger Spannung auf die in schneller Umdrehung begriffene Nadel, um welche er sich in dicht an einander liegenden Schraubengängen aufwickelt. Ist die Nadel angefüllt, so schiebt man den größten Theil der Kantille von derselben herab und setzt die Arbeit fort, wodurch man Kantillen von beliebiger Länge hervorbringen kann. Die gewöhnlichen Kantillen sind zylindrische Röhrchen, weil sie auf runden Nadeln gesponnen werden: ist die Nadel halbrund, dreikantig oder vierkantig, so erhält die Kantille, welche sich beim Herabnehmen von der Nadel durch die Elastizität des Drahtes ein wenig aufdreht, ein schraubenartiges Ansehen (krause Kantille, Kraus-Bouillon).

Die krausen Kantillen werden auch oft ohne eigentliche Nadel, auf einem 12 mm langen, drei- oder vierkantigen, zugespitzten und polirten, stählernen Stifte gesponnen, den man mittelst eines an ihm befindlichen Zapfens in die Rolle des Kantillenrades steckt, wo er übrigens die Dienste der sonst gebräuchlichen Nadel leistet. Der Draht wird auf dem dicksten Theile des Stiftes aufgewickelt; allein da dieser wegen seiner Kürze nur wenige Windungen fassen kann, so werden die früheren immerfort von den neu entstandenen verdrängt und herabgeschoben. Auf diese Art ist es möglich, die Arbeit beliebig ununterbrochen fortzusetzen und der Kantille jede Länge zu geben.

Die Flittern *(spangles)* sind von zweierlei Art: Folie-Flittern (paillons) und Draht-Flittern (paillettes). Erstere sind runde, rosenförmige, blattförmige, sternförmige und anders gestaltete Plättchen, welche aus echter oder unechter Gold- und Silber-Folie (S. 159, 165), sowie aus Zinnfolie (S. 163), mittelst entsprechender Ausschlageisen verfertigt werden. Die Draht-Flittern dagegen bestehen aus flachgeschlagenen Drahtringelchen und haben die Gestalt kreisrunder Scheibchen mit einem Loche in der Mitte.

Das Ausschlagen der Folie-Flittern geschieht auf einer dicken gegossenen Scheibe von Blei, oder eigentlich — da reines Blei zu weich ist — von Blei und Zinn. Man legt dünnes Papier unter die Folie, damit dieselbe nicht vom Blei beschmutzt wird. Die Ausschlageisen sind 100 mm lange stählerne Werkzeuge, welche an ihrem Ende eine scharfe Schneide von solcher Gestalt besitzen, wie der Umriß der Flittern sie erfordert; sehr oft drückt das Werkzeug den Flittern zugleich irgend eine Zeichnung auf, z. B. Streifen, Punkte u. dergl. Nach der Gestalt der Flittern erhalten die Eisen verschiedene Namen, wie Scheibcheneisen, Knopfeisen, Röscheneisen, Blümcheneisen, Birneisen, Wanzeneisen u. s. w.

Das Material zu den Draht-Flittern (als den am meisten vorkommenden) ist echter oder unechter Gold- und Silberdraht (S. 210), dessen Dicke desto bedeutender sein muß, je größer die Flittern ausfallen sollen. Man windet ihn über runden, 180 mm langen stählernen oder hölzernen Nadeln zu Kantillen von 300 bis 750 mm Länge, welche man der Länge nach aufschneidet und dadurch in lauter einzelne Ringelchen verwandelt. Meistentheils dient hierzu eine kleine Schere, an welcher ein Blatt kurz und spitzig, das andere länger und breit ist (wie an der Ringelschere, S. 251). Man hat aber auch eigene Instrumente zum Aufschneiden der Flittern-Kantillen, wobei das Wesentliche darin besteht, daß die Kantille, auf einem ihre Höhlung ausfüllenden Kupferdrahte steckend, durch ein zylindrisches Loch gezogen wird, in oder vor welchem sich ein scharfschneidiges kleines Messer befindet[2]). Man gewinnt zwar

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, IV. 239.
[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VI. Artikel: Flittern.

hierdurch an Schnelligkeit, kann aber die Kantillen nur in einer geraden, mit ihrer Achse parallelen Linie zerschneiden; während es doch der Erfahrung nach besser und für Hohlflittern sogar nothwendig ist, den Schnitt schräg — in einer sehr steilen Schraubenlinie — zu machen. Die Enden der schräg geschnittenen Ringelchen legen sich nämlich besser über einander und lassen nicht so leicht eine Fuge entstehen, durch welche die Flittern von dem Faden, mit dem sie aufgenäht werden, herabschlüpfen können. Zum Plattschlagen der Ringelchen dient ein Ambos und ein Hammer. Ersterer (der Flitternstock) hat eine verstählte quadratische, 85 mm lange und breite sehr wenig konvexe, äußerst fein polirte Bahn. Der Flitternhammer wiegt ungefähr 1,5 kg und hat eine einzige Bahn, welche ebenfalls verstählt, kreisrund, 45 mm im Durchmesser groß, sanft gewölbt und fein polirt ist. Sein hölzerner Stiel mißt 300 bis 450 mm in der Länge und dreht sich mit seinem Ende um eine horizontale Achse, welche sich in einer auf dem Arbeitstische angebrachten Stütze befindet.

Der Flitternschläger schiebt aus dem Vorrathe von Ringelchen, welchen er neben sich liegen hat, ein Stück nach dem andern mit einer kleinen hölzernen oder messingenen Spatel auf den Ambos unter den Hammer, den er mit der Hand am Stiele aufhebt und niederschlägt. Ein einziger Schlag vollendet in der Regel die Flitter, nur die allergrößten erfordern mehrere Schläge; dagegen können von den ganz kleinen auch wohl zwei, drei oder vier zugleich durch einen Schlag des Hammers verfertigt werden.

Man unterscheidet glatte Flittern, Hohlflittern und Krausflittern. Die glatten sind flache Scheibchen; die Hohlflittern gleichen ihnen bis auf den Umstand, daß sie schalenartig vertieft sind. Die wenig vertieften Hohlflittern entstehen unter dem Hammer wie die glatten Flittern; nur nimmt man dazu dünneren Draht, als zu den letzteren und schneidet die Kantillen immer schräg auf. Die stark hohlen Sorten empfangen ihre Vertiefung durch nachträgliches Schlagen mit einem stählernen Stempel auf einer Blei-Unterlage. Die krausen Flittern, welche eine eingedrückte Zeichnung von Punkten oder Strichen enthalten, macht man aus den glatten, indem man letztere auf Blei legt, einen gravirten stählernen Stempel (Krauseisen) darauf setzt und einen Hammerschlag auf den Stempel giebt.

Gute Flittern müssen eine regelmäßig runde Gestalt, eine überall gleiche Dicke und einen hohen Spiegelglanz besitzen, dabei von dem ursprünglichen Spalte des Ringelchens keine oder nur eine höchst geringe Spur erkennen lassen. Die Flittern werden im Handel nach ihrer Größe mit Nummern bezeichnet. Die allergrößten, von 8 bis 12 mm Durchmesser und mit einem sehr großen Loche heißen Ringel (Gold-Ringel, Silber-Ringel). Von den kleinsten glatten Flittern gehen auf ein Gramm ungefähr 140, von den kleinsten Hohlflittern wohl 400.

IX. **Kupferschmied-Arbeiten**[1]).

Nebst der Dacharbeit, d. h. dem Eindecken der Dächer mit Kupferblech — wobei die Blechtafeln an ihren Rändern durch den doppelten Falz, S. 381, vereinigt und mittelst Nägeln und sogenannter Heftbleche, Hafte (kleiner, mit in den Falz hineingebogener Blechstücke) auf der hölzernen Verschalung befestigt werden — bestehen die Erzeugnisse des Kupferschmiedes hauptsächlich in Gefäßen verschiedener Art und Größe für den Küchengebrauch, für Fabriken, Destillir-Anstalten u. s. w.

Die Haupt-Werkzeuge des Kupferschmiedes sind verschiedene Hämmer und Ambosse. Letztere sind theils gewöhnliche Schmiede-Ambosse mit oder ohne Hörner, theils Lieg-Ambosse; hierzu kommt noch der Stockambos, auf welchem die runden Böden der Kessel und andere Gefäße ausgehämmert werden, und das Sperrhorn. Die Hämmer sind theils von Holz theils von Eisen, verstählt, und von verschiedenen Formen. Die Bearbeitung des Kupfers geschieht zum größten Theile kalt; aber

[1]) Technolog. Encyklopädie, IX. 58. — **Das Kupferschmiedhandwerk, von F. Höhne und E. W. Rösling. Weimar 1839. (101. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke).**

wenn sie so lange fortgesetzt werden muß, daß das Metall spröde werden und Risse erhalten könnte, so ist es nöthig, dieser Gefahr durch Ausglühen vorzubeugen. Für die meisten (namentlich größeren) Gegenstände wird dem Kupferschmiede die Vorarbeit von den Kupferhämmern geliefert, wo unter dem vom Wasser getriebenen Schwanzhammer das Kupfer zu roh geformten runden Gefäßen, sogenannten Schalen (s. S. 358), oder wenigstens zu kreisrunden, 0,3 bis 2,4 m im Durchmesser haltenden, in der Mitte etwas dickeren Platten (Scheiben, Böden) ausgeschmiedet wird. Beide bildet der Kupferschmied durch Treiben mit seinen Handhämmern weiter aus, indem er ihnen die Gestalt gibt, welche der Zweck verlangt. Manche Gegenstände welche sich nicht aus dem Ganzen schlagen lassen, werden aus Blech gebogen oder aus mehreren Theilen zusammengesetzt und durch Falzen, durch Löthen oder durch kupferne Niete verbunden. Letzteres ist z. B. bei allen sehr großen, sowohl runden als viereckigen Kesseln der Fall. Das Löthen geschieht in der Regel mittelst Messing oder Messing-Schlagloth im Feuer; in manchen Fällen aber auch mit Weichloth durch den Kolben.

Gefäße von bedeutender Tiefe oder sehr künstlicher Gestalt erfordern während ihrer Herstellung ein oft wiederholtes Ausglühen. Um hiervon, sowie über den allmäligen Fortgang der Arbeit ein unterrichtendes Beispiel zu geben, sei hier die Verfertigung einer Kuchenform von 250 mm Randweite und 120 mm Tiefe mit einem in ihrer Mitte sich bis zur Höhe des Randes erhebenden Zapfen von 50 mm Durchmesser gewählt. Dazu wird aus Kupferblech von 1 mm Dicke eine kreisrunde 360 mm im Durchmesser haltende Scheibe geschnitten, auf deren Mitte man zunächst durch Hämmern den hohlen Zapfen nach oben heraustreibt, während die Randfläche eine unterwärts konkave Gestalt erhält, sodaß das Ganze einem breitrandigen Hute mit engem hohen Kopfe vergleichbar erscheint, und der Durchmesser der Randkante sich auf 325 mm vermindert. Im Laufe dieser Bearbeitung wird schon ein sechsmaliges Ausglühen nothwendig. Nachdem das Stück hierauf zum siebenten Male geglüht ist, werden am Zapfen die nach dessen Länge laufenden Rippen ausgehämmert, und zugleich zieht man die Randfläche so herum, daß sie nun nach oben eine geringe Konkavität darbietet. Bis ferner nach und nach der Rand zur Schalenform hoch genug aufgezogen und rundum nach außen umgelegt werden kann, treten noch vier Glühungen ein. Nach dem letzten (also 11ten) Glühen werden in der Wandung die Rippen (an jene des Zapfens sich anschließend) ausgehämmert, und die Form ist vollendet.

Viele kupferne Gefäße werden inwendig verzinnt. Aeußerlich bleiben manche ganz roh, d. h. mit dem braunrothen Ueberzuge von Kupferoxydul versehen, welcher durch das Glühen entstanden ist und den man öfters durch Einreiben mit gepulvertem Röthel zu verschönern sucht. Durch Ablöschen der glühenden Gegenstände in Wasser (was man Abplätzen nennt) springt diese Glühspandecke größtentheils ab. Solche Stücke, welche Glanz haben müssen, werden mittelst verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, mit polirten Hämmern auf ebenfalls polirten Ambossen, Sperrhörnern x. blankgehämmert; zuweilen auch noch mit Bimsstein und Wasser, dann mit Holzkohle und Wasser geschliffen, endlich polirt. Das Poliren verrichtet man entweder mit dem Polirstahle oder mit Tripel; letzterer wird auf einem wollenen Tuche und zwar anfangs mit Baumöl, dann trocken angewendet. Ueber das Bronziren oder Braunmachen der Kupferwaren s. m. S. 469. Die braungemachten Gefäße empfangen den gehörigen Glanz durch nachträgliches Blankhämmern und schließliches Abreiben mit Leder, worauf man ein Gemenge von Kolkothar und feinem Graphitpulver genommen hat.

Es kommt vor, daß an versteckten Stellen kupferner Geräthschaften (namentlich der Apparate zur Branntweinbrennerei) betrüglich Massen von Blei oder sehr bleihaltigem Schnell-Loth angebracht werden, um das Gewicht zu vermehren und bei Bezahlung nach einem bedungenen Pfund-Preise ein wohlfeiles Metall als Kupfer bezahlt zu erhalten [1]. Man nennt dies: Einsetzen von Blei, Blei-Einsatz. Zur Erkennung des Betruges

[1]) Polyt. Centr. 1847, S. 65.

reicht sehr oft die genaueste Besichtigung nicht hin und man muß den Klang beobachten, oder starken Essig in die Gefäße gießen und nach ein Paar Stunden auf Bleigehalt prüfen, oder durch Abwägen in und außer Wasser das spezifische Gewicht der Geräthe ermitteln, welches durch anwesendes Blei vergrößert wird.

X. Klempner-Arbeiten[1]).

Die Materialien des Klempners oder Blecharbeiters (ferblantier, *tinman*) sind bekanntlich Weißblech (verzinntes Eisenblech) und Messingblech, schwarzes Eisenblech und Zinkblech, ferner in beschränkterem Maße auch Kupferblech. Aus diesen Gattungen werden vorzüglich die verschiedenartigsten Gefäße, ferner Lampen und manche andere Gegenstände verfertigt, deren Aufzählung oder Beschreibung hier nicht beabsichtigt sein kann.

Das Weißblech wird zur Verfertigung feiner Arbeiten durch Abreiben mit Kreide entfettet, dann mit dem Hammer polirt (S. 363); bei gewöhnlichen Gegenständen unterbleibt beides. Dagegen ist eine oftmals ausgeführte Vorbereitung, sowohl des Weißbleches als des Messingbleches ꝛc., das Ausspannen oder Gleichziehen (S. 360), wodurch das Blech geebnet wird. Man schreitet sodann zum Vorzeichnen (tracer) und Zuschneiden (couper) der einzelnen Bestandtheile, woraus eine Arbeit zusammengesetzt wird[2]). Das Vorzeichnen geschieht mittelst eines spitzen stählernen Stiftes, wobei man Maßstab, Zirkel, Lineal und Winkelmaß zu Hülfe nimmt. In vielen Fällen erleichtert man sich diese Arbeit sehr durch die Anwendung von Modellen oder Schablonen (patrons), welche aus Blech gemacht sind und auf die zu verarbeitende Platte gelegt werden, worauf man ihren Umriß mittelst der stählernen Spitze nachzeichnet. Besonders für solche Gegenstände oder Bestandtheile, welche oft vorkommen und von nicht ganz einfacher Gestalt sind, gewährt dieses Verfahren viel Bequemlichkeit. Das Zuschneiden begreift im weitesten Sinne alle diejenigen Arbeiten, durch welche das Blech im unveränderten flachen Zustande die erforderliche Gestalt erhält. Hierzu gehört also zunächst das eigentliche Zuschneiden, d. h. die Entfernung der Theile des Bleches, welche außerhalb der vorgezeichneten Umrisse liegen; dann ferner die Hervorbringung mannigfacher Oeffnungen und Durchbrechungen im Innern der Blechflächen. Mit den gewöhnlichen Hand- und Stockscheren, besonders mit den letzteren, sowie mit Kreisscheren, können nur geradlinige oder einfach gekrümmte Schnitte gemacht werden, welche freilich auch am allerhäufigsten vorkommen. Daher muß man sich in manchen Fällen durch Aushauen des Bleches mit dem Meißel helfen. Des nämlichen Mittels bedient man sich bei großen und einfach gestalteten Durchbrechungen; sind aber letztere klein, so erzeugt man sie — wie auch immer ihre Gestalt beschaffen sein mag — theils durch Ausschlagen auf Blei mit Hauern, Durchschlägen, Putzmeißeln, theils vermittelst des Durchschnittes.

Aus dem flachen gehörig zugeschnittenen Bleche werden Gefäße, und hohle oder vertiefte Gegenstände überhaupt, auf verschiedene Weise gebildet, nämlich: a) Durch Biegen, welches bei ebenen Blechtafeln auf besonderen Abkante-, Falz- und Umschlagmaschinen[3]), bei runden und ovalen Stücken auf dem Sperrhorn oder über einem Dorne, auch mittelst Walzen, Siekenmaschinen, Falzzudrückmaschinen ꝛc., bei eckigen auf einem Ambosse oder auf dem Umschlageisen und

---

[1]) Manuel du Ferblantier et du Lampiste, par Lebrun. Paris 1830. — Lebrun's vollständiges Handbuch für Klempner und Lampenfabrikanten. Von Th Rätz. 5. Aufl. Weimar 1866. (53. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Die Arbeiten des Spenglers. Von Fr. Fink. Darmstadt 1859.

[2]) Die geometrische Zuschneidekunst zum unentbehrlichen Gebrauche für Metallblech- und Papparbeiter. Von Fr. Scholle. Dresden 1844.

[3]) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im J. 1873, erstattet von der Central-Commission des deutschen Reiches, XIII. Gruppe, S. 71—89.

Bördeleisen geschieht. b) Durch Treiben mit Hämmern auf Ambossen oder amboßähnlichen Werkzeugen, worüber S. 358 bis 364 ausführlich gesprochen ist. c) Durch Drücken und Aufziehen auf der Drehbank (S. 304). d) Durch Pressen in Stanzen (S. 368), mittelst des Fallwerkes (S. 371) oder eines Stoßwerkes (S. 373); wiewohl die Anwendung dieses Mittels hier von ziemlich beschränkter Ausdehnung ist. Die Ränder der Gefäße erhalten die nöthige Verstärkung theils durch eine Sicke, in welche meist ein Eisendraht eingelegt wird (S. 361); theils durch eine einfache rechtwinklige Umbiegung auf dem Bördeleisen oder Umschlageisen (S. 361); theils durch eine leichte Ausschweifung auf dem Polirstocke (S. 360); theils durch einen herumgelötheten Blechstreifen oder ein eben so befestigtes Röhrchen (S. 215).

Massive und hohle gegossene Bestandtheile, welche öfters an Blecharbeiten mit vorkommen (wie Füße, Säulen, Knöpfe, Handhaben u. dgl.) werden aus Messing, aus einer Mischung von Blei und Antimon, aus Zink 2c. auf die bekannte Weise hergestellt und sind eigentlich dem gegenwärtigen Abschnitte hinsichtlich ihrer Verfertigung fremd.

Das gewöhnliche Mittel zur Vereinigung der Bestandtheile von Blecharbeiten ist das Löthen mit Weichloth, welches mittelst des Kolbens vorgenommen wird (S. 388, 396). Bei manchen Gegenständen muß das Falzen (S. 381) und Nieten (S. 382) zu Hülfe genommen werden, vorzüglich wenn dieselben bestimmt sind, der Hitze ausgesetzt zu werden. Auch Arbeiten aus Schwarzblech werden regelmäßig nur durch Nieten oder Falzen zusammengesetzt. Vereinigung mittelst Schrauben und Muttern findet nur dort Anwendung, wo die übrigen Verbindungsarten untauglich sind oder nicht die gehörige Festigkeit gewähren, oder wo es wünschenswerth ist, die Theile leicht wieder aus einander nehmen zu können.

Die Weißblechwaren müssen durch das Poliren des Bleches (S. 360) und nöthigen Falls durch das Schlichten oder Planiren (S. 363) alle die Glätte und den Glanz besitzen, deren sie bedürfen. Was dagegen die Arbeiten aus Messingblech betrifft, so werden sie, sofern das Blankhämmern nicht genügt, geschliffen und polirt, wenn sie eine feine glänzende Oberfläche erhalten sollen. Zum Schleifen bedient man sich des Bimssteinpulvers mit Wasser, oder eines nassen Stückes Bimsstein; späterhin der Holzkohle mit Oel. Die Politur giebt man mit Tripel oder englischer Erde oder Kolkothar, die man sämmtlich mit Baumöl auf Wollentuch anwendet, oder mit Wiener Kalk und Stearinöl (Elain).

Das Moiriren des Weißbleches ist bereits (S. 437) beschrieben worden. Waren, welche auf diese Weise verziert sind, werden — um die Abreibung ihrer Oberfläche zu verhindern und das Ansehen des Moors zu verschönern — mit einem Terpentinölfirnisse (S. 479) überzogen, den man durch Zusatz von Pflanzenpigmenten beliebig färben kann; öfters auch unter dem Firnisse mit durchsichtigen Farben bemalt.

Ueber das Lackiren der Blechwaren s. m. S. 480.

Hohle Gegenstände von Messing- oder Kupferblech, welche für ihre Bestimmung ein großes Gewicht haben müssen (z. B. Lampengefäße) oder welche gegen das Eindrücken geschützt werden sollen, pflegt man mit Blei oder Gyps vollzugießen. Statt Blei kann Eisen eingegossen werden, wenn man die Stücke dergestalt in Wasser taucht, daß ihre Außenseite vollständig durch dieses kühl gehalten wird.

XI. Plattirte Waren.

Unter diesem Namen versteht man zweierlei wesentlich von einander verschiedene Fabrikate, welche nur darin übereinstimmen, daß bei denselben ein weniger schönes Metall mit einem schöneren und kostbareren bekleidet oder überzogen ist; nämlich: 1) Gefäße und andere Geräthe aus gold- und silberplattirtem Kupferbleche (S. 158), und 2) Arbeiten aus massivem Metalle, insbesondere Eisen, welche mit dünnem Bleche aus einem anderen Metalle überzogen (plattirt) sind.

a) Die Gegenstände aus plattirtem Kupfer werden im Allgemeinen mit den nämlichen Hülfsmitteln dargestellt, welche der Klempner (S. 535) zur Verarbeitung des Messingbleches und verzinnten Eisenbleches und der Silberarbeiter zu jener des Silberbleches anwendet (S. 541). Nur muß, um die Plattirung zu schonen, jede Behandlung, welche die Oberfläche beschädigen könnte, sowie möglichst das Glühen (s. S.

160) vermieden werden. Letzteres wird glücklicherweise durch die große Weichheit und Dehnbarkeit des Materiales ohnehin fast ganz überflüssig. Da die Verfertigung plattirter Waren kaum anders als fabrikmäßig betrieben wird, so sucht man dabei das mühsame und langwierige Treiben mit dem Hammer nach Möglichkeit zu vermeiden, stellt dagegen die allermeisten hohlen Gegenstände durch Drücken und Aufziehen auf der Drehbank oder durch Pressen in Stanzen (mittelst des Fallwerkes und des Prägstockes) dar. Streifen von plattirtem Bleche, worauf Verzierungen angebracht werden, bearbeitet man, je nach ihrer Beschaffenheit, im Seckenzuge (S. 213) oder mittelst Walzen; Röhren (z. B. zu Leuchterschäften u. dgl.) werden über einem eisernen Zylinder mit dem Hammer gebogen, an der Fuge gelöthet, dann auf der Ziehbank über stählernen Dornen gezogen. An den Rändern der Arbeitstücke muß man den auf dem Durchschnitte des Bleches sichtbaren Kupferstreif auf irgend eine Weise verbergen. Dies geschieht am einfachsten durch Umlegen des Randes nach der nicht in die Augen fallenden Seite, wodurch derselbe zugleich mehr Steifheit erhält. Bei sorgfältiger ausgeführter Arbeit faßt man dagegen die Ränder mit einem schmalen Streifen von feinem Silber ein, der mit Zinnloth (besser mit Silberschlagloth) aufgelöthet wird (*silver-edge*). Man erreicht hierdurch auch den Vortheil, daß nicht an den Rändern — als den am meisten der Abnutzung unterworfenen Theilen — das Kupfer zum Vorschein kommt, während die Flächen noch gut mit Silber bedeckt sind. Einfassungen und andere Bestandtheile mit erhabenen Verzierungen werden aus demselben Grunde gleichfalls am besten aus dünnem Silberbleche gewalzt oder in Stanzen gepreßt, dann aufgelöthet.

Die Löthungen an plattirter Arbeit sollen so viel wie möglich durchaus mit Silberschlagloth (vor dem Löthrohre) verrichtet, und Zinnloth soll nur in jenen Fällen angewendet werden, wo das Hartlöthen durch die Umstände verhindert wird.

In neuester Zeit ist die Fabrikation silberplattirter kupferner Waren sehr in Abnahme gekommen, da man für die meisten Fälle statt der schon am unverarbeiteten Metalle ausgeführten mechanischen Plattirung lieber nach Vollendung der Gegenstände aus rothem Kupferbleche eine chemische Plattirung, nämlich galvanische Versilberung, anwendet. Artikel dieser Art — auf welchen die Silberbekleidung beliebig dick gemacht werden kann — pflegt man ebenfalls plattirte zu nennen.

b) Die **Plattirung auf Eisen** (plaqué sur fer) wird mit papierdünnen Blechen von Silber, von silberplattirtem Kupfer, von Messing (**Plattirmessing**) oder Argentan ausgeführt. Man stellt auf diese Weise eine Menge Gegenstände her, welche großer Festigkeit und zugleich eines schönen Ansehens bedürfen, vorzüglich Bestandtheile von Kutschen, Pferdegeschirr und Reitzeug, wie: Schnallen, Ringe, Thürgriffe, Steigbügel, Stangen u. s. w. Insofern diese Gegenstände mit Silber plattirt werden, ist der Ueberzug von edlem Metalle viel stärker und dauerhafter, als man ihn durch die Versilberung mit Blattsilber, die ehemals sogenannte **deutsche Plattirung** (S. 463), erhalten kann.

Das Verfahren beim Plattiren des Eisens besteht wesentlich in Folgendem: Die geschmiedeten (öfters auch glühend in Stanzen oder zwischen gesenkartigen Prägstempeln im Fall- oder Stoßwerke ausgeprägten) Gegenstände, an welchen alle scharfen Ecken und Kanten zu vermeiden sind, werden blankgefeilt, mit schwacher Salmiakauflösung einige Stunden lang gebeizt, abgetrocknet und durch Einlegen in geschmolzenes heißes Zinn verzinnt. Man hat so den **Kern** (noyau) zubereitet, welcher nun mit dem dünnen, zur Plattirung bestimmten Bleche (der **Hülse**, coquille) umschlossen werden muß. Man schneidet dieses Blech (Messing und Argentan durch Ausglühen erweicht) in gehöriger Größe und Gestalt zu, legt es auf den eisernen, im Schraubstocke befindlichen Kern und klopft es mit einem hölzernen, mit mehrfachen Tuchleisten umwickelten Hammer so lange, bis es sich allen Umrissen des Eisens angeschmiegt hat. Auch kann man über das Blech ein Stück Blei legen und auf dieses mit dem eisernen Hammer schlagen, um den gleichen Zweck zu erreichen. Am vortheilhaftesten ist es jedoch bei einem fabrikmäßigen Betriebe, das Blech in den nämlichen Stanzen hohl auszupressen, worin die geschmiedeten eisernen Kerne durch Prägen vollendet wurden.

Man erreicht auf diese Weise am schnellsten, vollkommensten und mit geringer Nachhülfe das genaue Zusammenpassen des Kernes und der Hülse. Soll letztere den ersteren auf allen Seiten umhüllen und bedecken, so muß sie natürlich aus zwei, zuweilen aus mehreren Theilen bestehen, die man einzeln verfertigt, auflegt und an den Rändern so genau an einander paßt, daß sie keine bemerkbare Fuge lassen. Die gehörig vorgerichtete Hülse wird innerlich mit ein wenig Terpentin bestrichen, auf dem Kerne mit ausgeglühtem Eisendrahte festgebunden und das Ganze in Kohlenfeuer erhitzt, wodurch das Zinn schmilzt und das Eisen mit dem darauf befindlichen Bleche zusammenlöthet. Nach dem Erkalten nimmt man den Bindedraht ab, reinigt die Arbeit und polirt sie mit dem Polirstahle, mit dem Blutstein oder mit Tripel und Polirroth, welche man auf Leinenlappen, Leder oder Filz anfangs mit Oel, zuletzt trocken gebraucht.

Durch ein mit dem beschriebenen im Wesentlichen übereinstimmendes Verfahren werden eiserne mit Silber plattirte Eßbestecke (Löffel und Gabeln) erzeugt, welche den silbernen täuschend ähnlich sind. Diese Stücke werden aus dem besten Stabeisen geschmiedet, vortheilhafter aber mittelst des Durchschnittes aus Eisenblech geschnitten, in Stanzen oder Gesenken ausgebildet und mit beliebigen Verzierungen versehen, endlich blankgefeilt und verzinnt. Das zum Plattiren bestimmte Silber wird zu dünnem Bleche gewalzt, dieses gehörig zugeschnitten, durch Hämmer und Polirstähle dem Eisen angepaßt und auf demselben durch Erhitzen befestigt. Die vollkommene Vereinigung des eisernen Kernes und der silbernen Hülse wird noch mehr gesichert, wenn man zwischen beide eine zweite Hülse von sehr dünnem gewalzten Zinn legt, welche beim Schmelzen sich mit dem Eisen und mit dem Silber verbindet, besonders wenn gleichzeitig ein Druck angewendet wird. Zu diesem Zwecke werden das Silberblech und das darauf gelegte Zinnblatt mit einander in gußeisernen Stanzen (matrices) gehörig vertieft: man legt dann in die eine Stanze sechs Blätter dünnes, mit schwachem Gummiwasser befeuchtetes Papier, darauf die eine Hälfte der silbernen Hülse, ein Zinnblatt, das eiserne leicht verzinnte Stück (Löffel oder Gabel), wieder ein Zinnblatt, die zweite Hälfte der silbernen Hülse, abermals sechs Blätter Papier und zuletzt die zweite Stanze, bringt das Ganze in das Feuer und nach dem Schmelzen des Zinnes in eine starke Presse mit zwei Schrauben.

XII. Echte Bronze-Waren.[1])

Man versteht unter echter oder vergoldeter Bronze (bronze doré) Gegenstände aus einer gelben Metallmischung (S. 46, 51), welche im Feuer, oder auf nassem Wege, oder galvanisch, vergoldet sind, um als Nachahmung goldener Waren zu dienen. Die Arbeiten dieser Art sind bekanntlich äußerst mannigfaltig: Figuren, Leuchter Kronleuchter, Lampen, Schreibzeuge, Uhrkästen, Rahmen, Glocken, Beschläge, Verzierungen und Säulen-Gesimse auf hölzernen Einrichtungsstücken; ferner kleiner und großer Schmuck, als: Schnallen, Uhr- und Halsketten, Ringe, Ohrgehänge, Armbänder, Agraffen und Nadeln, Diademe, 2c. Alle massiven oder einigermaßen großen Stücke werden durch Gießen dargestellt, die übrigen aus Blech und Draht verfertigt. Die Verfahrungsarten beim Gießen der Bronzewaren sind durchaus die nämlichen, welche zum Gießen des Messings in Sand angewendet werden (S. 100). Sofern es sich mit dem Zwecke vereinigen läßt, werden die Stücke meist hohl (über Kernen von Sand oder Lehm) gegossen, sowohl um an Metall zu sparen, als um die Unbequemlichkeit eines großen Gewichtes zu vermeiden. Häufig muß ein Gegenstand in mehreren Theilen gegossen werden, die man entweder vor der weiteren Ausarbeitung mit Messingschlagloth zusammenlöthet, oder nach gänzlicher Vollendung durch Schrauben und Niete mit einander verbindet, je nachdem die Gestalt und der Zweck auf das eine oder andere Verfahren hinweist. Die gegossenen Waren werden befeilt, auf der Drehbank abgedreht und oft auch gerändelt (S. 304), gravirt oder mit Punzen ausgearbeitet (ziselirt, S. 364), um ihnen jene Vollendung der Form und Oberfläche zu

[1]) Vollständiges Handbuch des Gürtlers und Bronze-Arbeiters. Von A. Wallack. Weimar 1840. (108. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.)

geben, welche beabsichtigt wird; dann schwach geglüht, um sie von Fett und Schmutz zu befreien; hierauf gelbgebrannt (S. 407); endlich mit Goldamalgam oder auf andere Weise vergoldet, worüber (S. 449—453, 455—456, 459—460) ausführlich gehandelt ist. Oft werden einzelne Theile der Arbeiten grün bronzirt (S. 471), nachdem die übrigen bereits vergoldet und gänzlich vollendet sind.

Zu den kleineren Gegenständen, welche nicht gegossen werden, insbesondere zu den unechten Schmuckwaren (Bronze-Schmuck, bijouterie dorée)[1]) verwendet man als Material Tombakblech und Tombakdraht. Aus dem durch Glühen weichgemachten Bleche werden die einzelnen Bestandtheile durch Pressen in Stanzen (unter dem Fallwerke) oder zwischen gravirten Walzen, Ausschneiden und Durchbrechen mittelst des Durchschnittes oder der Laubsäge, seltener durch Graviren und Ziseliren, verfertigt und ausgearbeitet. Oft muß man mehrere Theile mittelst Schlagloth zusammensetzen. Dann werden sie gelbgebrannt und vergoldet, gleich den gegossenen Waren. Die Vereinigung mehrerer Stücke zu einem künstlicheren Ganzen geschieht mittelst Nieten, Schrauben, Zusammenhängung durch Drahtringelchen, u. s. w. Durch Emailliren (S. 465) oder durch Einlassen mit Farben (S. 469), sowie durch Einsetzen echter oder unechter Edelsteine, verziert man oft diese Waren. Nachträglich nothwendige Löthungen werden mit Zinn vor dem Löthrohre oder über der Weingeistflamme verrichtet und man bemalt sodann die Löthstellen, um sie zu verstecken, mittelst des Pinsels, mit echtem Muschelgolde. Doch ist dies nur ein Verfahren für den Nothfall.

Vergoldete Bronze, welche durch Beschmutzung ihr Ansehen verloren hat, kann man — vorausgesetzt, daß die Vergoldung nicht Schaden gelitten hat, — durch Kochen in Lauge, nachfolgendes Waschen mit stark verdünnter Salpetersäure und schließliches Spülen mit kochendem Wasser auffrischen.

Die sogenannten Goldperlen, welche bei Stickereien 2c. Anwendung finden, gehören zur echten Bronzearbeit, indem sie aus Tombak gemacht und im Feuer 2c. vergoldet werden. Man verfertigt dieselben aus Draht oder aus Blech. Im ersteren Falle wird der Draht gleich dem Knopfdraht zu Stecknadeln gesponnen und in Stückchen von je zwei Windungen zerschnitten (S. 528), die man nachher, auf einem Eisen- oder Stahldrahte steckend, zwischen den Stempeln der Wippe (S. 528) zu dichten glatten Kügelchen schlägt und von dem Drahte wieder abzieht. Die aus Blech erzeugten Perlen werden dadurch erhalten, daß man von einer gehörig dicken Tombaktafel mittelst eines Durchschnittes kleine Scheibchen oder Zylinderchen mit einem Loche in der Mitte ausstößt und diese entweder unter der Nadler-Wippe oder durch Rollen zwischen zwei ausgefurchten stählernen Linealen kugelig zurundet. — Die ihrer Gestalt nach fertigen Perlen werden blankgebeizt, durch Schwenken oder Schütteln mit flüssigem Goldamalgam (S. 450) und darauf folgendes Abrauchen vergoldet, schließlich mit etwas Essig in eine starke viereckige Glasflasche gegeben und so lange geschüttelt, bis sie durch die Reibung an dem Glase und an einander den gehörigen Glanz erhalten haben. — Silberperlen werden ebenso dargestellt, bekommen aber statt der Vergoldung eine Versilberung.

XIII. Unechte (gefirnißte) Bronze-Waren (bronze verni).

Dies sind Gegenstände aus Messing oder Tombak (theils gegossen, theils von Blech verfertigt), welche ganz auf dieselbe Weise bearbeitet werden, wie die echte Bronze, sich jedoch von dieser dadurch unterscheiden, daß die Vergoldung fehlt und durch einen Anstrich von Goldfirniß (S. 478, 479), freilich nur unvollkommen, ersetzt wird. Die auf solche Weise erzeugten Gegenstände sind ebenso mannigfaltig, wie die Arbeiten von echter Bronze; einer besonderen Hervorhebung sind jedoch die gestampften oder gepreßten Blechwaren (cuivre estampé) werth, z. B. die Schlüsselloch-Schilder und anderen Verzierungen auf Möbeln, Schiebladen-Griffe, Spielmarken- und Lichtscher-Teller, Rosetten, Medaillons, Gardinenhalter, Beschläge von Uhrkästen u. s. w.

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. III. Artikel: Bronze-Arbeiten.

Diese Artikel werden aus dünnem geglühten Tombak- oder Messingbleche (— am besten eignet sich dazu eine Mischung aus 80 Kupfer und 20 Zink —) in gravirten stählernen oder verstählten Stanzen unter dem Fallwerke verfertigt (S. 371), worauf man mit Laubsägen die überflüssigen Theile des Bleches wegschneidet, Schlüssellöcher und andere Durchbrechungen theils ebenfalls mittelst der Laubsäge, theils mit dem Durchschnitte (S. 257) hervorbringt, wo es etwa nöthig ist, die Ausarbeitung mit der Feile vollendet, die Stücke gelbbrennt, ganz oder theilweise mit dem Polirstahle auf bleiernen Unterlagen polirt (S. 428), endlich firnißt.

Die geringste Gattung unechter Schmuckwaren wird aus Tombak verfertigt und nicht gefirnißt, widersteht daher dem Anlaufen gar nicht und bedarf eines fleißigen Putzens (mit Tripel oder Kreide), um ein erträgliches Ansehen zu behalten. — Gegenstände aus der S. 49 erwähnten Legirung von Kupfer, Messing und Silber werden um sie gelb zu brennen 5 Sekunden lang in eine Mischung aus 69 Schwefelsäure, 22 Salpetersäure, 1 Kochsalz, 22 Wasser getaucht, in warmem Wasser gespült, abgeschwenkt, sogleich 20 Sekunden lang in eine zweite Beize (66 Schwefelsäure, 34 Salpetersäure, 3 Salzsäure, 2 Kochsalz, 66 Wasser) getaucht, in siedendem Wasser gespült, mit Sand gescheuert, getrocknet, mit Tripel und Provenceröl geschliffen, in warmem Regenwasser ausgeseift, in Sägespänen getrocknet, schließlich mit Polirroth und Weingeist glanzgeschliffen.

Die neuerlich zu Aufschriften an Häusern, Kaufmannsläden ꝛc. sehr gebräuchlichen geprägten Metallbuchstaben können als ein verwandtes Produkt hier angeführt werden. Dieselben werden zuerst auf einer Holztafel in Thon modellirt; von diesem Thonmodelle nimmt man einen Gypsabguß, welcher nach dem Trocknen gefirnißt und in Sand eingeformt wird, um einen Abguß in Eisen darzustellen. Letzterer enthält die Buchstabengestalt vertieft und verkehrt (links), und dient als Stanze, nachdem man ihn mit Riffelfeilen und Fräsen, schließlich mit Schmirgel, rein ausgearbeitet hat. Durch Eingießen von Blei bildet man darin den passenden Oberstempel. Zwischen Stanze und Stempel werden sodann im Fallwerke oder unter einer Prägpresse die Buchstaben aus verzinntem Eisenblech, Zink- oder Messingblech auf bekannte Weise geprägt. Man schneidet sie mit der Schere aus, richtet sie nöthigenfalls mit einem hölzernen Hammer und löthet auf der vertieften Rückseite mittelst Schnell-Loth und des Löthkolbens die Stifte an, welche künftig zur Befestigung auf Holz, Stein, Mauerwerk, Metallplatten ꝛc. dienen müssen. Die Vorderseite der Buchstaben wird auf verschiedene Weise vollendet. Messingene werden gelb gebrannt und mit Goldfirniß gefirnißt, zuweilen sogar galvanisch vergoldet. Die übrigen empfangen, wenn sie Gold nachahmen sollen, eine Vergoldung mittelst Blattgold auf mehrfachem, mit Bimssteinpulver geschliffenem Anstrich von Kopallack (S. 479); oder sie werden bronzirt (S. 469) oder in beliebigen Farben lackirt (S. 478). — Das Verfahren der Fabrikation unterliegt in Einzelheiten kleinen Veränderungen. So z. B. kann das Modell der Buchstaben in Holz geschnitten (statt aus Thon bossirt) werden; man kann die gegossene eiserne Stanze ringsum am Rande der Vertiefung mit einer schneidigen Kante versehen, welche beim Prägen zugleich den Buchstaben ausschneidet; der Oberstempel kann (statt aus Blei) aus einem Gemisch von Blei, Zinn, Zink und Kupfer gegossen werden, muß aber dann — weil er härter ist und sich nicht von selbst so leicht fügt wie unversetztes Blei — vor dem Gebrauche um so viel abgeschliffen werden, wie die Blechdicke verlangt, damit er in die mit dem Bleche ausgefütterte Stanze paßt.

Gegenstände von gefirnißter Bronze, deren Firniß schadhaft und unansehnlich geworden ist, werden zur Wiederherstellung mit alkalischer Lauge ausgekocht, aufs Neue gelbgebrannt oder auch nur in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, und endlich gefirnißt.

XIV. Gold- und Silberarbeiten (orfévrerie, bijouterie, *goldsmith's work*)[1].

Gold und Silber, welche zur Verarbeitung bestimmt sind, werden in den bekannten schwarzen Schmelztiegeln (Graphittiegeln, Passauer oder Ipser Tiegeln), auch wohl in hessischen Tiegeln geschmolzen und durch die gehörigen Zusätze (bei

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. und XXIII. Artikel: Goldarbeiten. — Manuel complet du bijoutier, du joaillier, de l'orfèvre etc. par Fontenelle. 2 Tomes, Paris 1832. — Der Gold- und Silberarbeiter und

Silber nur Kupfer, bei Gold meist Kupfer und Silber) nach der gesetzlichen Vorschrift oder eingeführten Gewohnheit **legirt** (S. 61, 66), worauf man sie in eisernen Eingüssen (S. 134) zu Stäben (**Zaine**) oder Platten gießt, und sich durch Probiren (S. 63, 68) von dem richtigen Gehalte der Legirung überzeugt. Da aus Gold nur sehr selten, häufiger noch aus Silber, Arbeitstücke durch Guß dargestellt werden (S. 134), so müssen für die allermeisten Fälle beide Metalle vorläufig in Blech oder Draht verwandelt werden, aus welchen man dann mittelst fernerer Bearbeitung beliebige Gegenstände hervorbringt. Das Blech wird gewalzt, der Draht wird auf die gewöhnliche Weise gezogen: über beide Verfahrungsarten ist früher (S. 165, 210) gesprochen worden. Von Silber werden manche Gegenstände einfacher Gestalt (z. B. Schüsseln und Teller, Löffel, Gabeln) bloß durch kaltes Schmieden (**Schlagen**) aus den Zainen erzeugt; doch kann dies fast nur bei großen und ziemlich dicken und schweren Arbeiten stattfinden: daher das Schmieden gleich dem Gießen in der neueren, allgemein nach Wohlfeilheit strebenden Zeit mehr und mehr durch die Arbeit aus gewalztem Silber verdrängt ist.

Gefäße und überhaupt größere hohle Gegenstände werden durch Biegen und Treiben des Bleches mit verschiedenen Hämmern (zum Theil aus Holz und Horn) dargestellt, gleich den meisten Arbeiten des Klempners (S. 535); öfters auch, sofern ihre Gestalt es erlaubt, durch Drücken und Aufziehen auf der Drehbank (S. 304). Vertiefte Arbeiten und Bestandtheile von geringerem Umfange und höchst mannigfaltiger Art werden mittelst Stanzen im Fallwerke oder unter einem Prägstocke gepreßt. Des Prägstockes bedient man sich gleichfalls, um zwischen zwei vertieften Stempeln massive Gegenstände zu prägen, als: Löffel, Gabeln, ꝛc., nachdem dieselben durch Schmieden ihre Gestalt aus dem Groben erhalten haben oder aus starkem Bleche im Durchschnitte geschnitten, nöthigenfalls an einzelnen Theilen befeilt sind. In gleicher Absicht gebraucht man auch Walzwerke, mit ganzen Zylindern[1]) oder Zylinder-Segmenten[2]), auf welchen die Stempel oder Stanzen (Matrizen) angebracht sind, oder zwischen welchen sie durchgeführt werden; desgleichen eine einzige Walze mit einer flachen Matrize zusammen arbeitend[3]). Manche hohle Stücke werden mit Stempeln aus freier Hand durch Hammerschläge aufgetieft; so z. B. der breite Theil eines Löffels, welcher letztere aus einem Silberzaine flach geschmiedet, dann auf eine mit einer Höhlung versehene Bleimasse (den **Bleistampf**) gelegt und mit einem eisernen oder stählernen konveren Stempel (**Löffelstampf**, bouterolle) vertieft wird. Röhren bildet man durch Zusammenbiegen des Bleches über einem Dorne, worauf man sie mit Schlagloth löthet und durch Ziehen vollendet; enge Röhrchen zu Scharnieren u. dergl. werden auf die gleichfalls schon angeführte Weise verfertigt (m. s. über Beides S. 215 fg.). Um aus einem solchen Röhrchen ein Scharnier (charnière, *joint*) zu verfertigen, schneidet man von demselben mittelst der Laubsäge kurze Stücke (chardons), feilt diese in der Scharnierzange (S. 229) oder in einem Scharniereisen (*joint tool*)[4]) an den Enden gerade und glatt, reiht sie auf dem Arbeitstücke an einander, und löthet sie fest. Der Seckenzug (S. 213) findet häufige Anwendung. Ueber die Verfertigung der **getriebenen Arbeit** (repoussé) durch Gebrauch der Punzen, und über diese Werkzeuge selbst, ist das Nöthige (S. 364–367) vorgekommen.

Juwelier. Von **H. Schultze**. Ilmenau 1823. (8. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — Vollständiges Handbuch für Juweliere, Gold-, Silber- und Schmuckarbeiter. Von **A. Bürck**. Ilmenau 1834. (63. Bd. des Neuen Schauplatzes.) — Die Juwelier-, Gold- und Silberarbeiter-Kunst, von **F. Auberlen**. 2 Thle. Ulm 1840. — Unterricht für Gold- und Silberarbeiter, von **J. L.** und **A. Kleemann**. Ulm 1841. — Vollständiger Unterricht für Gold- und Silberarbeiter, von **H. Boer**. Stuttgart und Wildbad 1846.

1) Brevets, XXV. 11. — Brevets 1844, T. IV., p. 52; VII. 50; XI. 288.
2) Brevets, XXXIX. 349. — Brevets 1844, I. 84; XI. 87.
3) Brevets 1844, T. IX., p. 99.
4) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 164.

Runde gegossene Gegenstände (auch wohl gehämmerte, sofern sie hierzu dick genug sind) werden auf der Drehbank abgedreht. Feine erhabene Verzierungen werden durch Rändeln (S. 304) oder unter kleinen Walzwerken (S. 376) erzeugt, sowie zum Graviren und zur feinsten Ausarbeitung mancher kleiner Gegenstände verschiedene Arten von Grabsticheln (S. 345) unentbehrlich sind. Aus Draht werden einzelne Bestandtheile durch ganz einfache Verfahrungsarten hergestellt. Ein neueres Verfahren, manche kleine Goldwaren, welche man sonst massiv verfertigen mußte, mit bedeutender Ersparung hohl zu machen, besteht darin, daß man runde oder beliebig anders geformte Röhrchen aus Goldblech auf einem kupfernen oder messingenen Dorne zieht (in besonderen Fällen rändelt oder walzt), dann in die erforderlichen Stücke zersägt und diese angemessen biegt, endlich aber — vor dem Zusammensetzen und Löthen — durch Einlegen in warme Salpetersäure den Kern auflöst. Für stark legirtes Gold und für Silber ist zu den Dornen oder Kernen Eisen, und als Auflösungsmittel verdünnte Schwefelsäure anzuwenden. — Als ein ganz und ausschließlich von Draht gemachtes Fabrikat ist die Filigran-Arbeit (filigrane, filagramme, *filigrane*, *filigree*) anzuführen, welche aus beliebig gebogenen Drahtstückchen (meist kordirten und dann geplätteten Drahtes) zusammengesetzt und mit Schlagloth auf Kohlenfeuer oder vor dem Löthrohre gelöthet wird. — Eigenthümlich ist die sogenannte Kügelchen-Arbeit, wobei Verzierungen aus neben einander aufgelötheten kleinen Goldkügelchen (S. 134) gebildet werden.

Außer den bereits genannten werden bei der Verarbeitung des Goldes und Silbers vorzüglich noch folgende Werkzeuge und Vorrichtungen gebraucht, deren Bestimmung und Anwendung schon aus dem hervorgeht, was bei der früher vorgekommenen Beschreibung derselben gesagt ist: Zangen zum Biegen und Abkneipen (S. 247); Meißel (S. 244); Scheren (S. 249); Sägen, besonders Laubsägen (S. 261); Ausschlageisen oder Durchschläge (S. 256), theils um kleine Löcher hervorzubringen, theils um verschiedentlich geformte Blättchen darzustellen, z. B. die Bestandtheile von Blümchen u. dgl. aus dünnem Bleche von farbigem Golde (S. 7), welche auf einer mit Papier bedeckten Zinnplatte ausgeschlagen und auf der Arbeit durch Löthen befestigt werden; der Durchschnitt (S. 257), um verschiedentlich durchbrochene Arbeit zu erzeugen oder Plättchen aus Blech zu schneiden; Bohrer (gewöhnlich nur Rollenbohrer, S. 272, und die Rennspindel, S. 274); Feilen, darunter mehrere Arten, welche in anderen Werkstätten wenig oder gar nicht vorkommen, wie Nadelfeilen, Riffelfeilen, große Liegefeilen (S. 352) u. m. a.; die Kordirmaschine (S. 341). Manche Gegenstände werden guillochirt (S. 308, 432). Für einzelne bestimmte Gegenstände hat man öfters spezielle Werkzeuge zur Erleichterung und Beschleunigung der Arbeit oder zur Sicherung des Erfolges: ein Beispiel hiervon bieten die mechanischen Vorrichtungen zur Verfertigung des Gelenkes (der Brisur, brisure) an Ohrringen, nämlich zum Einsägen des Spaltes und Bohren des kleinen Loches (Brisuren- — fälschlich Pressuren- — Schneidmaschine)[1]).

Die einzige allgemein gebräuchliche Art, Theile von Gold- und Silberarbeiten zusammenzusetzen, ist das Löthen, welches mit Schlagloth (S. 390—391) und theils im Kohlenfeuer, theils vor dem Löthrohre geschieht (S. 393). Löthungen mit Zinn oder Schnell-Loth kommen nur ausnahmsweise in solchen Fällen vor, wo die Umstände eine starke Erhitzung der Arbeit nicht gestatten; man bedient sich dann entweder des Löthrohres oder bloß der Weingeistlampe.

In der Behandlung zur Vollendung und Verschönerung weichen die Goldarbeiten und Silberarbeiten von einander ab. Gegenstände aus Gold werden entweder bloß gesotten (S. 411) oder nachher noch gefärbt (S. 411—412). Nach beiden Operationen erscheint die Ware matt; meist soll sie aber ganz oder theilweise mit Glanz versehen werden, zu welchem Behufe das Schaben, Schleifen und Poliren dienen. Gegenstände, welche gefärbt worden sind, und an allen Stellen die hohe Goldfarbe behalten sollen, werden ohne Weiteres mittelst verschiedener Polirstähle (S. 428) oder mittelst des Blutsteines (S. 429) polirt, weil jede Verletzung der Oberfläche die darunter liegende, nicht rein goldgelbe Metallmasse bloßlegen würde. Nur

[1]) Polyt. Centr. 1847, S. 1. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 22, S. 161.

solche Stücke, deren Gestalt nicht die Anwendung des Polirstahles gestattet, werden mit einer messingenen Kratzbürste gekratzt (S. 430). Nicht gefärbte, sondern nur gesottene Goldarbeiten werden, wenn die Gestalt ihrer Oberfläche kein anderes Verfahren zuläßt, ebenfalls mittelst des Polirstahles oder der Kratzbürste geglänzt; die meisten aber werden zuerst geschabt (S. 413), dann mit kleinen Wassersteinen (S. 415) aus freier Hand geschliffen, endlich polirt oder eigentlich glanzgeschliffen (S. 424). Zu dieser letzten Arbeit dient geschlämmter Tripel mit Baumöl, hierauf geschlämmte Knochenasche mit Weingeist und schließlich feines Polirroth mit Weingeist. Man kann indessen das Roth unmittelbar auf den Tripel folgen lassen, mit Entbehrung der Knochenasche. Die genannten Polirpulver werden auf Lederfeilen, auf eine kleine Bürste, auf Holzspändchen, auf Zwirn — je nach den Umständen — aufgetragen.

Hohl gearbeitete kleine Goldschmucksachen, welche des Preises halber aus sehr dünnem Bleche gemacht sind, pflegt man mit einem Kitte von schwarzem Pech und feinem Ziegelmehl oder Thonstaub auszufüllen, um ihnen Widerstandsfähigkeit gegen Eindrücken und Verbiegen zu ertheilen: der Kitt wird durch Wärme erweicht, zwischen den Fingern zu wurstförmigen Stückchen gerollt und durch eine kleine Oeffnung der Ware eingestopft; durch eine Art Spritze[1]) kann dies Geschäft sehr erleichtert werden.

Neuerlich werden viele wohlfeile Schmuckwaren aus goldplattirtem Kupferblech (S. 158), auf welchem die Goldschicht höchstens ein Zwölftel der Gesammtdicke beträgt, so kunstvoll dargestellt, daß nichts im Ansehen die Gegenwart des Kupfers argwöhnen läßt (bijouterie d'or double).

Die Silberarbeiten werden, nachdem sie mit der Feile vollendet sind, geschabt (S. 413), dann mit ganzem Bimsstein und Wasser (S. 416), hierauf mit blauem Wasserschleifsteine (S. 414) und endlich mit Kohle und Wasser (S. 428) geschliffen. Auf diese Behandlung folgt erst das Sieden (S. 411), weil, wenn es vorausgegangen wäre, die dadurch erzeugte feine Silberhaut beim Schleifen wieder zerstört und weggenommen würde. Die gesottenen Waren polirt man mit dem Polirstahle und zuletzt mit Blutstein, der — weil er breit ist — den höchsten Glanz ohne Streifen hervorbringt. Das Glanzschleifen ist auf Silber von 0,750 und weniger Feingehalt nicht anwendbar, weil man die vom Sieden herrührende Oberfläche auf das Sorgfältigste schonen muß. Dagegen kann hochhaltiges Silber (sowie natürlich mit noch mehr Grund das ganz feine) glanzgeschliffen werden, wodurch ein vollkommenerer Glanz als durch den Polirstahl entsteht; in diesem Falle polirt man nach dem Sieden zuerst mit dem Polirstahle, wendet hierauf Tripel mit Oel auf Leder, und endlich Polirroth mit Branntwein auf Leder oder Filz an. Große Gegenstände werden wohl auf Bürstenscheiben mit den zum Glanzschleifen dienenden Pulvern behandelt.

Viele Silberwaren werden ganz oder theilweise, z. B. Gefäße oft nur auf der Innenseite, vergoldet (S. 454, 456). Außerdem werden zur Verzierung, besonders der Goldwaren, häufig das Emailliren (S. 466) und das Einsetzen von Edelsteinen angewendet. Das **Fassen** (monter, montage, sertir) der Steine ist die Arbeit des **Juweliers** (joaillier, metteur en oeuvre, *jeweller*). Die **Fassung**, sertissure, ist von doppelter Art: die Edelsteine werden nämlich entweder à jour gefaßt, d. h. bloß in einen Reif, welcher den Untertheil des Steines unbedeckt und uneingeschlossen läßt, oder in einen **Kasten** (châton), dessen Boden den Untertheil bedeckt. In diesem letzteren Falle, welcher der gewöhnlichste ist, kommt man der natürlichen Schönheit der Steine zu Hülfe durch das sogenannte **Aufbringen**, indem man durch eine geeignete Unterlage ihre Farbe zu erhöhen und vorhandene Mängel zu verbergen sucht. Die gewöhnlichste Art der Aufbringung ist die durch **Folie** (S. 159, 165); dünne Kupfer- oder Silberblättchen, welche theils mit ihrer natürlichen metallischen Farbe angewendet, theils voraus mit verschiedenen durchsichtigen, in Weingeistfirniß oder aufgelöster Hausenblase angemachten Farben bestrichen werden. Man legt ein Blättchen der Folie auf den Boden des Kastens unter den Stein: dabei wirken die weißen Folien vermöge ihrer polirten Oberfläche mittelst Zurückstrahlung des Lichtes durch den durchsichtigen Stein; die gefärbten noch über-

[1]) Polyt. Journ., Bd. 168, S. 260. — Polyt. Centr. 1863, S. 1328. — Deutsche Gewerbezeitung 1863, S. 304.



dies vermöge ihrer Farbe, indem diese so gewählt wird, daß sie nach Erforderniß die Farbe des Steines nur verstärkt, oder sie auf eine gewünschte Weise modifizirt. Bei Diamanten trägt man auf den Boden des Kastens ein wenig Elfenbeinschwarz, mit Gummiwasser angemacht. — Perlen, welche gefaßt werden sollen, schneidet man mit einer feinen Laubsäge mitten durch, und benutzt beide Hälften abgesondert. Am häufigsten faßt man farbige Steine in Gold (fein Gold); bei wasserhellen (Diamanten, farblosen Bergkrystallen und Topasen) besteht der Kasten oft aus (feinem) Silber, auch wenn die Arbeit übrigens von Gold ist. Der silberne Kasten wird aus einem kleinen, mit der Säge abgeschnittenen und gehörig zugefeilten Stücke dicken Bleches verfertigt, welches man auf der Goldarbeit durch Schlagloth befestigt. Die Höhlung wird gebohrt, mit Nadelfeilen ausgearbeitet und mit dem Justirzeiger (S. 246) vollends nach der Form des Steines ausgestochen, justirt. Ist sodann der Stein eingesetzt, so feilt man den Kasten äußerlich nach, beschneidet ihn mit verschiedenen Grabsticheln (Flachsticheln, Spitzsticheln, Messerzeigern), drückt den Rand desselben mit dem Versetzzeiger (einer Art stumpfen Grabstichels) rings herum fest an den Stein, und dreht mittelst der Korneisen, Korndreher, die kleinen kugligen Erhöhungen (Körner, griffes), zwischen welchen man endlich mit einem polirten runden Stahlstifte (Verreiber) die Ränder des Silbers dergestalt niederreibt, daß sie ohne bemerkbare Dicke in die Oberfläche des Steines verlaufen. Die Korneisen sind runde Stahlstifte, welche am Ende ein kleines, halbkugelförmiges, polirtes Grübchen enthalten. — Goldene Kästen werden nur, wenn sie sehr klein sind, auf die eben angezeigte Weise verfertigt; meistentheils bildet man von geplättetem Golddrahte eine Einfassung (Zarge), welche nach der Peripherie des Steines gebogen und auf einem Boden von Goldblech durch Löthen befestigt wird. Nach dem Einlegen des Steines drückt man die Zarge gegen denselben an. Zur Verzierung wird der obere Rand der Zarge mittelst eines ganz feinen Korneisens mit sehr vielen kleinen Körnern versehen (mille griffes); oder man macht die Zarge aus kordirtem Drahte, dessen Kante durch das Plätten fein gezahnt erscheint. — Die Goldarbeiten werden beim Fassen der Steine mittelst eines Kittes aus schwarzem Pech, Terpentin und Ziegelmehl am Ende eines hölzernen Heftes (Kittstock) oder, wenn sie größer sind, auf der Kittkugel (Treibkugel, S. 366) befestigt. Den Stein klebt man, um ihn bequem handhaben zu können, mit Wachs an das Ende eines hölzernen Stäbchens.

Bei der Verarbeitung des Goldes und Silbers entstehen eine Menge Abfälle, welche kleine oder größere Antheile dieser edlen Metalle enthalten. Man bezeichnet sie im Allgemeinen mit dem Namen Krätze, und unterscheidet: a) Bretkrätze, der auf dem Arbeitstische zusammengefegte Schmutz; b) Bodenkrätze, Stubenkrätze, der Staub vom Fußboden des Arbeitszimmers; c) Schliffkrätze, Schliff, der vom Bimsstein und den Goldschleifsteinen abgeriebene Schlamm, sowie die zum Glanzschleifen gebrauchten Leder, Hölzchen, Zwirnfäden, ꝛc.; d) Tiegelkrätze, die in alten und zerbrochenen Schmelztiegeln zurückgebliebenen Theile; e) Essenkrätze, die Abfälle aus der Esse und den zum Schmelzen gebrauchten Windöfen, unter welche öfters zufällig Gold- und Silberkörnchen gerathen. Die Operation, durch welche man das edle Metall aus der Krätze wieder gewinnt, heißt das Krätzmachen. Man glüht die verschiedenen Arten der Krätze, um die verbrennlichen Theile zu zerstören, stößt gröbere Theile zu Pulver und entfernt durch Schlämmen erdige Körper u. dgl., und erhält endlich das Gold und Silber durch Schmelzen oder durch Amalgamiren des Rückstandes in Krätzmühlen (S. 65, 70). Trotz der Sorgfalt, mit welcher die Krätze zu Gute gemacht wird, die Feilspäne gesammelt und geschmolzen, die Rückstände der alten Farbe ausgebeutet (S. 412) werden, geht doch ein nicht unbeträchtlicher Theil des verarbeiteten Metalles verloren. Bei Gold, aus welchem meist nur kleine Gegenstände gemacht werden, kann man durchschnittlich annehmen, daß von 16 Theilen 8 Th. fertige Ware erhalten werden, 7 Th. aus den Abfällen wieder zu gewinnen sind, und 1 Th. völlig verschwindet.

Mißfarbig (durch Anlaufen an der Luft grau oder schwärzlich) gewordene Silbersachen befreit man von dem (größtentheils aus Schwefelsilber bestehenden) Anfluge, indem man eine gesättigte Boraxauflösung oder eine mäßig starke Aetzkalilauge zu heftigem Sieden erhitzt und ein Zinkblech-Sieb mit den darin liegenden silbernen Gegenständen einen Augenblick hineintaucht, oder die letzteren allein eintaucht und an verschiedenen Stellen mit einem Zinkstäbchen berührt. — Zum mechanischen Putzen angelaufenen Silbers empfiehlt sich die von England aus in den Handel gebrachte Silberseife (*silver-soap*), welche ein inniges Gemenge von 3 Theilen feingeschlämmter Kreide und 1 Th. weißer Seife ist; man nimmt etwas davon auf eine feuchtgemachte steife Bürste und reibt damit auf dem zu reinigenden Gegenstande hin und her.

XV. **Feine Stahlarbeiten** (im Besonderen Stahl-Schmuck, **bijouterie d'acier**, *steel jewellery*).

Diese Gegenstände werden meistentheils aus Gußstahl verfertigt; öfters aber auch aus dem besten weichen Schmiedeisen, und in diesem Falle müssen sie vor dem Härten durch Zementiren (Einsetzen, S. 27) wenigstens oberflächlich in Stahl verwandelt werden, weil Eisen keine schöne Politur annimmt. Das Eisen empfiehlt sich, abgesehen von der Wohlfeilheit, durch seine Weichheit, welche die Bearbeitung sehr erleichtert; aber die nur zu oft darin vorkommenden äscherigen und unganzen Stellen sind sehr nachtheilig. Man kann daher, um die Weichheit des Eisens mit der Reinheit des Gußstahles zu vereinigen, letzteren durch Entkohlung, décarbonisation (S. 17) vorbereiten, die daraus gefertigten Arbeiten aber, gleich den eisernen, zementiren. Die Entkohlung geschieht durch mehrstündiges Weißrothglühen in einer gußeisernen wohlverschlossenen, mit Lehm verstrichenen Büchse, worin der Stahl überall wenigstens einen halben Zoll dick mit Schmiedeisen-Feilspänen umgeben ist. Am Ende der Operation muß die Büchse sehr langsam erkalten.

Das Material wird unter einem Walzwerke in Blech von verschiedener Dicke verwandelt, aus welchem man die kleinen und dünnen Bestandtheile der Arbeiten mittelst des Durchschnittes oder mit freier Hand geführter Durchschläge erzeugt. Verzierungen werden mit gravirten und gehärteten stählernen Stempeln im Prägstocke, oder aus freier Hand mit Grabsticheln und kleinen Meißeln (durch Ziseliren), hervorgebracht. Größere und dicke Gegenstände schmiedet man aus Gußstahl mit den gewöhnlichen Handgriffen und Werkzeugen, theils aus freier Hand, theils in Gesenken. Wenige Gegenstände können aus Stahl in fettem Sande gegossen werden.

Die Ausbildung und Glättung der auf eine oder andere Weise dargestellten Stücke geschieht durch Feilen, zum Theil auch durch Schleifen auf runden, umlaufenden Sandsteinen. Für einige Fälle ist es bequemer, dem Steine eine horizontale Lage zu geben, und auf dessen ebener Fläche zu schleifen. Die fast allgemein den Stahl-Schmuckwaren zur Zierde dienenden facettirten Steinchen (Stahl-Brillanten, pointes de diamant) sind kleine, mit einem Schraubengewinde (zur Befestigung auf der Arbeit) versehene Stiftchen, deren Köpfe durch Schleifen auf einer horizontal umlaufenden eisernen oder stählernen Scheibe, mit Schmirgel und Oel, die Facetten erhalten. Man macht nur die Köpfe aus Stahl, die Stifte aber aus Eisendraht, und befestigt letztere durch Löthen. Der Kopf ist gewöhnlich ein kurzer Zylinder oder ein dickes Scheibchen, in dessen Mitte man ein kleines Loch bohrt. Nachdem das eiserne Stiftchen fest eingesteckt ist, giebt man eine große Anzahl solcher kleiner Stücke nebst etwas Messing-Schlagloth in einen Schmelztiegel, verschließt denselben luftdicht, erhitzt ihn bis zur Schmelzung des Lothes, und schüttelt ihn dann, ungeöffnet, bis man sicher urtheilt, daß das Loth nicht mehr flüssig ist. Dadurch überziehen sich zwar alle einzelnen Stücke mit einer dünnen Lage Messing, allein diese bringt keinen Nachtheil, da die Oberfläche ohnehin überall abgeschliffen wird.

Die völlig ausgearbeiteten Gegenstände werden gehärtet (wodurch sie allein der höchsten Politur fähig werden) und dann polirt. Diese letzte Arbeit ist die wichtigste, weil ein vorzüglicher Glanz den Stahl-Schmuckwaren den höchsten Werth verleiht. Größere Gegenstände mit glatten Flächen erhalten die Politur auf Scheiben von Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei oder Lindenholz, auf welchen man nach der Reihe Schmirgel in verschiedenen Sorten, Zinnasche oder Polirroth, und Holzkohle anwendet; verzierte Stücke werden auf Bürstenscheiben durch Schmirgel und Polirroth mit Oel polirt, dann mit einem Brei von geschlämmter Kreide und Wasser bestrichen, endlich auf einer trockenen Bürstenscheibe abgebürstet. Für kleine Arbeiten wie Knöpfe, Schnallen, Uhrketten u. dergl., bedient man sich mehrerer horizontal liegender, durch maschinelle Einrichtungen um ihre Achse gedrehter Fässer oder hohler Zylinder, worin man eine große Menge stählerner Gegenstände zugleich mit Sand, Schmirgel, Ziegel-

mehl, fein zerstoßenem Glase oder gepulvertem Hammerschlag und Wasser, scheuert. Diese Bearbeitung muß, bei nicht zu schneller Drehung, ungefähr 96 Stunden ohne Unterbrechung anhalten. Dann werden die Fässer geleert, die Waren sorgfältig abgespült und sogleich in ein anderes Faß gegeben, worin man sie trocken mit Zinnasche oder Kolkothar 24 Stunden lang in Bewegung läßt.

Stahlperlen zu Stickerei u. dgl. werden aus gutem Eisenblech nach zwei verschiedenen Methoden verfertigt: a) Aus dünnem Bleche, indem man Streifchen desselben mit einem Hammer rinnenartig hohl klopft, auch die Kanten noch gegeneinander schlägt und mittelst Durchziehens durch einige Löcher eines Drahtzieheisens enge Röhrchen daraus bildet (S. 215), diese mit dünnem Messingdraht umwunden und mit Boraxpulver bestreut in Kohlenfeuer bringt, um die Fuge zuzulöthen, sie rein abfeilt, noch durch ein paar Ziehlöcher gehen läßt, mit der Laubsäge in gleich lange Stückchen (deren Länge möglichst mit dem Durchmesser übereinstimmt) zerschneidet und endlich auf einem Stifte steckend an den Endkanten befeilt. b) Aus dickerem Bleche auf die Weise, welche rücksichtlich der Goldperlen S. 539 angegeben ist, also ohne Löthung. In beiden Fällen werden die rohen Perlen auf Messingdräthe gereiht, durch einstündiges Glühen in einer eisenblechernen Büchse zwischen Pulver von verkohltem Leder verstählt und hierauf in Wasser gehärtet. Das Schleifen der Facetten geschieht auf einer um ihre Achse laufenden Scheibe aus antimonhaltigem Zinn mit Schmirgelpulver und Wasser (wonach die bessere Ware noch mit sehr zartem Schmirgel und Oel feingeschliffen wird); das Poliren mit ungelöschtem Kalk und Branntwein auf einer Bürstenscheibe, an welche die auf Drahtringe gereihten Perlen in verschiedenen Wendungen angehalten werden. Manchmal werden die Stahlperlen blau angelassen, zu welchem Behufe man sie auf einer von unten zu erhitzenden Eisenplatte ausbreitet und mit gepulvertem ungelöschten Kalk bestreut, damit sie überall eine gleichmäßige Hitze empfangen. Zum Verkauf reiht man sie auf Fäden, deren jeder 144 Stück enthalten soll, und vereinigt 12 solche Fäden zu einem Büschel (masse).

Als ein wegen seines allgemeinen Gebrauches interessantes Product der feinen Stahlverarbeitung seien die Stahlschreibfedern erwähnt [1]). Zur Herstellung derselben werden zuerst aus dem sehr dünnen Stahlbleche (S. 157) Plättchen (*blanks, flats*) von der Gestalt der Federn mittelst eines Durchstoßes (S. 257) ausgeschnitten; dann macht man unter einer ähnlichen kleinern Maschine in jedes Plättchen sowohl das schmale Loch, in welchem an der fertigen Feder der Spalt endigt, als die kleinen Seitenspalte, welche gewöhnlich zur Erhöhung der Biegsamkeit angebracht sind. Hierauf werden die Plättchen in dicht damit angefüllten bedeckten eisernen Töpfen unter einer Muffel schwach rothglühend gemacht (Ausglühen, *annealing*), damit sie die zur folgenden Bearbeitung erforderliche Weichheit erlangen. Unter einem kleinen Fallwerke prägt man ferner auf jedes Stück die Fabrik-Firma oder sonstige Aufschrift, öfters auch eine Verzierung (einige Fabriken verrichten dieses Prägen oder Stempeln schon vor dem Ausglühen, als erste Operation mit den geschnittenen Plättchen). Eine dritte Schraubenpresse giebt sodann der Feder die rinnenförmig hohle Biegung durch Hineintreiben derselben in eine entsprechend konkave Stanze mittelst eines konvexen Stempels. Das nun folgende Härten geschieht, indem man eine große Menge Federn in flachen bedeckten Eisenblechgefäßen unter einer Muffel rothglühend macht und schnell in ein Gefäß voll Oel oder Thran ausschüttet. Um das hiervon anhängende Oel zu entfernen, schüttelt man die Federn mit Sägespänen oder dergl. in einer um ihre Achse gedrehten Eisenblechtrommel; durch eine abermalige solche Behandlung, aber mit zerstoßenen Schmelztiegelscherben, werden sie blank gemacht (Scheuern, *scouring*). Dann schleift man jede Feder einzeln, durch fast nur augenblickliches Anhalten an eine schnell umlaufende Schmirgelscheibe, auf der Außenseite ihres Schnabels ein wenig ab, und zwar zuerst auf einer Scheibe mit konkavem Rande nach der Länge, hierauf an einer sehr schmalen flachrandigen Scheibe querüber. Die blau oder gelb angelaufen in den Handel kommenden Federn empfangen diese Farben durch Erhitzen in einer über Kohlenfeuer umgedrehten eisenblechernen Trommel. Da dieses Anlassen oder Tempern zugleich die Härte (und folglich die Sprödigkeit) der Federn mildert,

[1]) Technolog. Encyklopädie, V. 488—494; XXIII. 38. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 10, S. 175. — Gewerbeblatt für das Königr. Hannover 1844, S. 64. — Polyt. Journ., Bd. 94, S. 260; Bd. 123, S. 418. — Mittheilungen, Lief. 63 (1851), S. 434. — Polyt. Centr. 1852, S. 1181. — Deutsche Gewerbezeitung 1861, S. 19.

so wird es auch bei denen vorgenommen, welche natürliche Stahlfarbe haben sollen; diese müssen aber sodann nochmals gescheuert werden. Um das zweite Scheuern zu ersparen und auch beim ersten Scheuern den Bruch zu vermindern, verlegt man wohl das Tempern in eine frühere Periode, nämlich unmittelbar nach dem Härten, wobei man — da die Federn alsdann schwarz sind — freilich des Vortheils entbehrt, nach der Anlauffarbe den gegebenen Hitzegrad zu beurtheilen. Die letzte Arbeit ist jedenfalls das Spalten (*slitting*), nämlich die Bildung des Hauptspaltes in der Mitte, wozu abermals eine Schraubenpresse (*slitter* genannt) in Anwendung kommt. Hier sowie beim Schneiden der schon erwähnten Seitenspalte, liegt die Feder auf einem Unterstempel, welcher eine nach der Richtung des Spaltes laufende senkrecht abfallende Kante darbietet; der von der Schraube heruntergetriebene Oberstempel enthält eine ähnliche Kante, welche in genauer Berührung herstreift, sodaß beide vereinigt die Wirkung einer Schere darbieten. Manche Sorten Stahlfedern werden schließlich mit weingeistiger Schellackauflösung gefirnißt, wodurch sie Glanz bekommen und mehr vor dem Rosten geschützt sind.

XVI. Münzen [1]).

Die zu Münzen — im Besonderen Geldmünzen, monnaie, *coin* — angewendeten Metalle sind: Gold, Silber, Nickel, Kupfer und Legirungen des letztern. Gold und Silber werden der Regel nach in gesetzlich vorgeschriebenem Verhältnisse mit Kupfer legirt. Die Münzkunst oder die Fabrikation der Münzen hat zur Aufgabe: das bestimmte Metall in Stücken von festgesetztem Gewichte und Gehalte darzustellen und deren Werth durch das Gepräge zu verbürgen. Man nennt Schrot einer Münze ihr ganzes Gewicht, hingegen Korn das Gewicht des darin befindlichen feinen Goldes oder Silbers. Für beides ist gewöhnlich eine kleine Abweichung unter oder über den gesetzlichen Vorschriften gestattet (Remedium, Toleranz, remède, tolérance, *allowance*), weil es in der praktischen Ausführung so gut wie unmöglich ist, jenen Vorschriften immer mit völliger Schärfe zu genügen. Man bestimmte in Deutschland bis zur neuesten Zeit das Schrot durch die Anzahl der Münzstücke, welche zusammen eine kölnische Mark (Vereins-Mark) = 233,8555 g wogen (rauhe oder beschickte Mark, Brutto-Mark); das Korn durch die Anzahl der Stücke, welche zusammen eine Mark reinen edlen Metalles enthielten (feine Mark). So z. B. gingen von den Thalerstücken in Preußen, Hannover etc. $10\frac{1}{2}$ auf die rauhe Mark, aber 14 auf die feine Mark: ein solches Stück wog mithin $\frac{2}{21}$ Mark, und enthielt $\frac{1}{14}$ oder $\frac{3}{42}$ Mark feinen Silbers. Seit 1857 wurde statt der Mark das Münzpfund von 500 g eingeführt, und es gingen nun 27 Thaler auf das beschickte, 30 Thaler auf das feine Pfund; der Thaler wog danach 18,518 g und enthielt 16,666 g fein Silber.

Platinmünze (zu 3, 6 und 12 Rubel) ist in Rußland von 1828 bis 1845 geprägt, seitdem aber wieder eingezogen worden. Geldstücke aus feinem (eigentlich 0,993 fein haltendem) Silber sind auf dem hannov. Harze bis einschließlich 1840 geschlagen; Bremen ließ bis vor Kurzem seine halben Thaler aus beinahe feinem (0,986 haltendem) Silber prägen. Silber kommt in die Legirung der Goldmünzen (nach den jetzt in Europa geltenden Anordnungen) nur etwa gelegentlich dadurch, daß das im Handel erscheinende und zur Vermünzung aufgekaufte rohe Gold eine kleine Menge Silber enthält, dessen Abscheidung zu kostspielig sein würde, und um dessen willen der gesetzliche Goldgehalt nicht verringert werden darf. Anders war es früher, wo z. B. die Hannoverschen Goldgulden in bestimmtem Verhältnisse aus Gold, Silber und Kupfer ausdrücklich legirt werden mußten. Goldmünzen, welche neben dem Kupfer ein wenig Silber enthalten, unterscheiden sich durch eine hellgelbe, an das Messing erinnernde Farbe, während das allein

[1]) Polyt. Journ., Bd. 16, S. 401; Bd. 17, S. 74. — J. G. Krünitz, Oekonomisch-technologische Encyklopädie, 97. Theil, Berlin 1805. — Technolog. Encyklopädie, X. 224. — Armengaud, VIII. 409. — Beitrag zur Technik des Münzwesens. Von K. Karmarsch. Hannover 1856. — Atlas III., Taf. 37—41. — Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 122. — G. F. Ansell, The royal mint: its working, conduct and operations, fully and practically explained. London 1871.

mit Kupfer legirte Gold röthlich erscheint. — Die Legirung des Goldes und Silbers mit Kupfer hat im Allgemeinen den Zweck, die Härte des edlen Metalles zu erhöhen und dadurch dessen Abnutzbarkeit zu vermindern; diese Absicht wird vollkommen erreicht (vergl. S. 69), allein durch eine ansehnliche Beimischung von Kupfer wird die schöne Gold- und Silberfarbe verdorben, das Gewicht größerer Münzsorten auf eine lästige Weise vermehrt und eine ungeheure Masse Kupfer vergeudet, welche bei der Werthbestimmung kleinerer Geldmengen nicht in Betrachtung genommen werden kann, also wie unnützer Ballast den Umlauf mitmacht. Bei kleinen Sorten (Scheidemünze) ist ein starker Kupferzusatz eher zu rechtfertigen, da ohne ihn die Stücke unbequem klein ausfallen würden. Jene Silberlegirungen, welche unter 0,500 fein sind (mehr Kupfer als Silber enthalten), pflegt man Scheidemünzsilber oder Billon (billon) zu nennen.

Der gesetzliche Feingehalt der Münzsorten einiger Hauptländer ist folgender:

a) Goldmünzen.	Karat	Grän	
Oesterreichische Dukaten	23	8 =	0,986
Holländische Dukaten	23	7 =	0,982
Preußische Friedrichd'or und sächsische Augustd'or	21	8 =	0,902
Hannoversche, Braunschweigische und Dänische Pistolen	21	6 =	0,896
Französische 100-, 50-, 20-, 10- und 5-Franken-Stücke, auch Nordamerikanische Goldstücke (seit 1837) und Goldm. des Deutschen Reiches (seit 4. Dez. 1871)	21	7,2 =	0,900
Englische Sovereigns	22	— =	0,916
b) Silbermünzen.	**Loth**	**Grän**	
Deutsche 2-Thaler- oder 3½-Guldenstücke (Vereinsmünze)	14	7,2 =	0,900
Deutsche Vereins-Thaler (seit 1857)	14	7,2 =	0,900
Silbermünzen des Deutschen Reiches (seit 9. Juli 1873)	14	7,2 =	0,900
Norddeutsche Thaler (vor 1857)	12	— =	0,750
„ Sechstel-Thaler	8	6 =	0,520
Preußische Zwölftel-Thaler	6	— =	0,375
„ und Hannoversche ganze und halbe Silbergroschen	3	9,3 =	0,220
Süddeutsche Doppelgulden, Gulden und halbe Gulden	14	7,2 =	0,900
„ 6- und 3-Kreuzer-Stücke	5	6 =	0,333
Oesterreichische doppelte und einfache Gulden (vor 1852)	13	6 =	0,833
„ Zwanziger (desgl.)	9	6 =	0,583
„ Zehner (desgl.)	8	— =	0,500
„ Doppelgulden und Gulden (seit 1857)	14	7,2 =	0,900
„ Viertelgulden (seit 1857)	8	6 =	0,520
„ 20-Neukreuzer-Stücke	8	— =	0,500
„ 10 „ „ (seit 1868)	6	7,2 =	0,400
„ 5 „ „ „ „	5	10,8 =	0,350
Französische Silbermünzen (vor 1864 und 1866), Oesterreichische (1852—1856) und Nordamerikanische (seit 1837)	14	7,2 =	0,900
Französische Silbermünzen, mit Ausnahme der Fünffrankenstücke, seit 1864 und 1866, desgleichen Belgische, Italienische und Schweizerische seit 1866	13	6,4 =	0,835
Englische Silbermünzen	14	14,4 =	0,925

Die schweizerischen Silberscheidemünzen seit 1850 bestehen aus einer Mischung von Silber mit Argentan, welche den Vortheil gewährt, durch die Abnutzung nicht roth zu werden: die 20-Rappenstücke enthalten 0,150, die 10-Rappenstücke 0,100, die 5-Rappenstücke 0,050 fein Silber; der Kupfergehalt beträgt für die drei Sorten der Reihe nach 0,500, 0,550, 0,600; der Zinkgehalt durchgehend 0,250; der Nickelgehalt, ebenfalls übereinstimmend, 0,100.

Die neuesten Kupferscheidemünzen vieler Staaten enthalten einen kleinen Zusatz von Zinn und Zink oder nur von Zinn. Weiße Legirungen aus Kupfer und Nickel sind von 1857 bis 1863 in Nordamerika zu den 1-Cent-Stücken, in Belgien seit 1861 zu 5-, 10- und 20 Centim-Stücken, für Jamaika seit 1869 zu Penny- und Halbpenny-Stücken, für Brasilien seit 1871 zu 200- und 100-Reis-Stücken, für das Deutsche Reich seit 1873 zu

10- und 5-Pfennig-Stücken in Anwendung gebracht (S. 58): **Nickelmünzen**, monnaies de nickel.

Unter **Münzfuß** versteht man das beim Ausmünzen beobachtete Schrot oder Korn der Geldstücke, im Besonderen das Verhältniß des Gold- oder Silbergehaltes im einzelnen Stücke zu der Einheit des Landes- oder eines anderen angenommenen Münz-Gewichtes. In Deutschland ist das **Pfund** von 500 g das Münz-Gewicht, und die hier üblichen (seit 1857 eingeführten) Münzfuße werden nach der Anzahl Münz-Einheiten benannt, welche aus einem solchen Pfunde Feinsilber ausgebracht werden. Nach dem **Dreißig-Thaler-Fuße** liefert demzufolge das Pfund Feinsilber 30 Thaler (in 30 Thalerstücken, 15 Doppelthalern oder 180 Sechstel-Thalern). Nach dem **52½-Gulden-Fuße** enthalten 15 Stück zu 3½ Gulden, oder 26¼ Doppelgulden, oder 52½ Guldenstücke, oder 105 halbe Gulden ein Pfund feinen Silbers. Seit Einführung der Goldwährung wird bei Ausprägung der Silbermünzen des Deutschen Reichs das Pfund feinen Silbers in 20 Fünfmarkstücke, 50 Zweimarkstücke, 100 Einmarkstücke, 200 Fünfzigpfennigstücke, 500 Zwanzigpfennigstücke ausgebracht; 90 Mark in Silbermünzen wiegen 1 Pfund. In Oesterreich gilt der **45-Guldenfuß** (45 Gulden, 22½ Doppelgulden, 180 Viertelgulden aus dem eben gedachten Pfunde Feinsilber). Frankreich prägt aus 1 kg feines 0,900 haltenden Münzsilbers 200 Franken (= 222²/₉ Fr. aus 1 kg Feinsilber); England aus 1 Troy-Pfund Münzsilber von 0,925 Feingehalt 66 Schilling Sterling (= 71¹³/₃₇ Sch. aus 1 Tr.-Pf. Feinsilber) 2c. Der Gold-Münzfuß ist nicht minder in verschiedenen Ländern verschieden. Von den Zehnmarkstücken des Deutschen Reiches werden aus einem Pfunde feinen Goldes 139½ Stück ausgebracht; da nun das Mischungsverhältniß der Reichsgoldmünzen auf 900 Gold und 100 Kupfer festgestellt ist, so wiegen 125,55 Zehnmarkstücke ein Pfund. — Die sogenannte **Toleranz** ist das Maximum der zuläßigen Abweichung von dem gesetzlichen Gewichte und Feingehalte, und soll von dem einzelnen Stücke verstanden werden, wobei man voraussetzt, daß in der Gesammtmasse der Ausmünzung die entgegengesetzten Abweichungen sich wieder kompensiren, was unter regelrechtem Verfahren in der That ziemlich genau der Fall ist. Mit Rücksicht auf den sehr vervollkommneten Zustand des Münzwesens haben die neueren Gesetzgebungen die Toleranz sehr gering ansetzen können. So war z. B. im deutsch-österreichischen Münzverein bei den Goldmünzen (Kronen und halben Kronen) im Feingehalt eine Abweichung von höchstens 0,002, im Gewichte eine solche von höchstens 0,0025 = ¼ Prozent gestattet; bei den Doppelthalern im Gehalte 0,003 und im Gewichte 0,003; bei den Thalern im Gehalte 0,003 und im Gewichte 0,004; bei den preußischen und hannoverschen Sechstelthalern im Gehalte 0,005 und im Gewichte 0,01 = 1 Prozent. Bei den neuen Münzen des Deutschen Reiches ist die gesetzlich zuläßige Abweichung

für die	im Gehalt	im Gewicht
20-Markstücke	± 0,2 Prozent	± 0,25 Prozent
10 „	± 0,2 „	± 0,25 „
5 „ (Gold)	± 0,2 „	± 0,40 „
Silbermünzen	± 0,3 „	± 1,00 „

Beim probeweisen Nachwägen kleiner Partien ganz neuer Stücke fanden sich, um einige Beispiele anzuführen,

20	hannoversche Doppelpistolen von	1856	um 0,0676 Proz. zu leicht
5	„ Doppelthaler „	1855	„ 0,0216 „ „ „
12	braunschweig. „ „ „	1855	„ 0,0539 „ „ „
19	verschiedene „ „		„ 0,0723 „ „ „
42	hannoversche Thaler von	1848	„ 0,0438 „ „ „
16	„ „ „	1850	„ 0,0253 „ „ „
21	„ „ „	1855	„ 0,0492 „ „ „
50	„ „ „	1857	„ 0,0799 „ „ „
50	braunschweig. „ „	1854	„ 0,0952 „ „ „
19	königl. sächsische „ „	1843	„ 0,1080 „ „ „
21	preußische „ „	1844	„ 0,0417 „ „ „
11	„ „ „	1854 und 1855	„ 0,0245 „ „ „
24	„ Sechstel-Thaler von	1844	„ 0,0896 „ „ „
21	hannoversche „ „ „	1847	„ 0,1069 „ „ „
120	„ Zwölftel-Thaler „	1851	„ 0,5176 „ „ „
120	„ „ „	1853	„ 0,3835 „ „ „
14	verschiedene süddeutsche Doppelgulden		„ 0,0539 „ „ „
13	„ „ Gulden		„ 0,0290 „ „ „
8	„ „ halbe Gulden		„ 0,1650 „ „ schwer

9 französische Fünf-Franken-Stücke (Silber) von 1848—1855	. . . .	„	0,1244 Proz. zu leicht
8 „ Franken von 1847—1855	. . .	„	0,0500 „ „ „ ,

woraus zu ersehen ist, daß bei sorgfältiger Ausmünzung das gesetzliche Gewicht, namentlich der größeren Stücke, mit einem überraschenden Grade von Genauigkeit beobachtet werden kann. Im Jahre 1872 wurden in den Münzstätten des deutschen Reiches 16 955 789 Stück Zwanzigmark- und 8 642 695 Stück Zehnmarkstücke im Gewicht 338 942,233 Pfund geprägt; da nun das gesetzliche Sollgewicht dieser Münzen 338 942,8355 Pfd. ist, so betrug die (totale) Abweichung des wirklichen Gewichtes 0,6025 Pfd., d. h. 0,0001778 Prozent.

Die Fabrikationskosten der Münze werden wesentlich und im Allgemeinen genügend durch den Unterschied zwischen dem Ankaufspreise des rohen Goldes oder Silbers und dem Nennwerthe der daraus geprägten Münzen gedeckt, welche Differenz man den Schlagschatz, Prägeschatz (seigneurage, rendage, brassage, *mintage*) nennt. Geprägtes Metall wird nämlich durch seine Brauchbarkeit zum bequemen Zahlmittel regelmäßig etwas höher geschätzt als rohes, gerade wie verarbeiteter Stoff überhaupt mehr gilt, als unverarbeiteter. Kauft z. B. eine Münzanstalt das rohe Silber (fein oder legirt) zu 29 Thlr. 20 Sgr. für das Pfund des darin enthaltenen feinen Silbers, so bleiben ihr (da 30 Thlr. aus dem feinen Pfunde geprägt werden) 10 Sgr. für die Fabrikationskosten, und diese 10 Sgr. ($^1/_{90}$ oder $1^1/_9$ Prozent des Silberwerthes) reichen gewöhnlich hin, um die Verarbeitung eines Pfundes Feinsilber in größere und mittlere Münzsorten zu bezahlen. In Preußen rechnet man angeblich die Fabrikationskosten beim Golde = $^1/_3$ Prozent, bei den Thalerstücken = $1^1/_4$, bei den Sechsteln = $2^1/_4$ Prozent; in Frankreich durchschnittlich = 6 Franken 70 Centimes vom Kilogramm Münzgold ($^{67}/_{310}$ oder etwas über $^1/_5$ Prozent), und 1 Fr. 50 C. vom Kilogr. Münzsilber ($^3/_4$ Prozent). Nach einer im deutschen Reichstage am 28. März 1873 gemachten amtlichen Mittheilung haben die Ausprägungskosten für 154 028,482 Thaler in goldenen 20-Mark- und 10-Markstücken (überwiegenden Antheils erstere Sorte) 482,962 Thaler, also 0,3135 Prozent betragen. Die von der Reichsregierung gewährte Entschädigung für Prägungskosten beträgt auf 1 Pfund Feingold, woraus 1395 Mark kommen, 4 Mark bei der größeren und 6 Mark bei der kleineren Sorte, also beziehungsweise 0,2867 und 0,4301 Prozent; bei den goldenen 5-Markstücken 0,5735 Prozent, bei den silbernen 0,75; bei den 2-Markstücken 1,5 Prozent, bei den 1-Markstücken 1,75, bei den 50-Pfennigstücken 2,5, bei den 20-Pfennigstücken 4,0 Prozent; bei den 10-Pfennigstücken (25% Nickel, 75% Kupfer) 2,0, bei den 5-Pfennigstücken 4,0 Prozent; bei 2-Pfennigstücken (95 Kupfer, 4 Zinn, 1 Zink) 8,0, bei den 1-Pfennigstücken 15,0 Prozent. Nach einem Durchschnitte aus vier Betriebsjahren der Dresdener Münze betrugen dort die sämmtlichen Fabrikations- und Verwaltungskosten, einschließlich Legirkupfer, bei folgenden Münzsorten:

	Prozent	auf 1 Stück, Pfennig
a) Gold.		
Augustd'or	0,1482	2,2237
b) Silber.		
Doppelthaler	0,6117	3,6706
Thaler	0,8726	2,6179
Drittelthaler	2,0761	2,0761
Sechstelthaler	2,9672	1,4836
Doppel-Neugroschen	4,4288	0,8858
Neugroschen	6,5214	0,6521
Halbe Neugroschen	8,6715	0,4336
c) Kupfer.		
Doppel-Pfennige		0,1756
Pfennige		0,1159

Ohne Einrechnung des Legirkupfers stellen sich die Fabrikationskosten für 1 Stück wie folgt:

Augustd'or	2,1150	Pfennig
Doppelthaler	3,4680	„
Thaler	2,2030	„
Drittelthaler	1,5730	„
Sechstelthaler	1,1190	„
Doppel-Neugroschen	0,6105	„
Neugroschen	0,4273	„
Halbe Neugroschen	0,3091	„

Im Königreich der Niederlande berechneten sich die Münzkosten, nach einem Durchschnitte der Jahre 1846—1852 und beziehungsweise 1849—52, für je 100 Gulden Werth zu nachstehenden Sätzen:

$2^1/_2$-Gulden-Stücke . . .	1,0000	Gulden, oder für 1 Stück	2,50	Cent
Gulden	1,1500	" " " " "	1,15	"
Halbe Gulden	1,6000	" " " " "	0,80	"
Viertel-Gulden	2,9534	" " " " "	0,74	"
Zehntel-Gulden	4,9851	" " " " "	0,50	"
Zwanzigstel-Gulden . . .	7,0169	" " " " "	0,35	"

Bei den kleinsten Silberstücken (Scheidemünzen) sind die Herstellungskosten im Verhältniß zum Werthe weit bedeutender, als bei größeren; rücksichtlich jener hilft man sich deshalb gewöhnlich durch Anwendung eines leichteren Münzfußes (Scheidemünzfuß), indem man z. B. aus 1 Pfund Feinsilber für $34^1/_2$ Thaler und für $60^3/_8$ Gulden Scheidemünze verfertigt, welche doch nur ebensoviel edles Metall enthalten wie 30 Thaler oder $52^1/_2$ Gulden in groben Courant-Sorten. Ein ähnliches Verhältniß findet bei dem Kupferprägen Statt, durch welches 1 Münzpfund Kupfer zu dem Nennwerthe von $^1/_{50}$ bis $^1/_{24}$ Pfund Feinsilber in Umlauf gesetzt wird, während dessen Handelswerth als Rohmaterial nur etwa $^1/_{75}$ Pfund Feinsilber beträgt. Hannover z. B. schlug aus 1 Pfund Kupfer, welches höchstens 12 Groschen kostet, für 25 Gr. ($^5/_6$ Thaler) einfache und doppelte Pfennige. In diesen Fällen findet demnach ein ziemlich bedeutender Schlagschatz Statt, welcher früher wohl oft zu unmäßiger Ausprägung silberner und kupferner Scheidemünzen verleitete, sofern auf solchem Wege außer dem Ersatz der Fabrikationskosten auch noch ein ansehnlicher reiner Gewinn zu erlangen war. Kommt nun etwa noch hinzu, daß die Scheidemünzen von schlechtem, leicht nachzumachendem Gepräge sind, so ist gleichsam eine Aufforderung zum Falschmünzen gegeben, welche von Betrügern nicht unbeachtet gelassen wird, wie alle Zeiten Beispiele davon aufzuweisen haben.

Von praktischer Wichtigkeit ist das Format der Münzen, d. h. sowohl ihre Größe an sich (wofür der Maßstab im Gewichte liegt), als im Besondern das Verhältniß zwischen deren Durchmesser und Dicke. Zu große Geldstücke werden im Gebrauche unbequem, zu kleine nicht minder. Ist das Verhältniß zwischen Dicke und Durchmesser der Münzen glücklich getroffen, so geht nicht nur eine gefällige und bequeme Gestalt der Stücke, sondern auch eine ansprechende und zweckmäßige Beziehung der Flächengröße zum Gewichte — d. h. also zum inneren Werthe — und eine gehörige Harmonie unter den Formaten der zu einem Münzensysteme gehörigen Einzelformate hervor. Am schädlichsten ist eine verhältnißmäßig zu geringe Dicke, weil durch diese die Flächengröße zu sehr vermehrt erscheint, also zur Abnutzung im Umlauf mehr Gelegenheit gegeben ist, auch die Münze blechartig ausfällt und dem Verbiegen wie dem betrügerischen Beschneiden unterworfen ist. Dazu kommt, daß eine etwas dicke Münze leichter rein, scharf und gehörig hoch ausgeprägt werden, auch eher mit einer guten Randverzierung oder Randschrift (S. 560) versehen werden kann

Unter den Goldmünzen verschiedener Länder fanden sich früher und finden sich noch jetzt manche sowohl unzweckmäßig große als unzweckmäßig kleine Sorten. In ersterer Beziehung ist an die kalifornischen 50-Dollars-Stücke (85 g wiegend), die englischen fünffachen Sovereigns (fast 40 g), die spanischen Quadrupel (27 g) ꝛc. zu erinnern. Wie sehr auf der andern Seite die Dukaten bei ihrer geringen Dicke dem Beschneiden ausgesetzt sind, ist bekannt; die französischen Fünffrankenstücke, päpstlichen Scudi, amerikanischen Dollars (sämmtlich unter $1^3/_4$ g wiegend) fallen vermöge der Kleinheit unbequem. Die größte Silbermünze der Neuzeit, der deutsche Doppelthaler, ist schon von unbequemem Umfange (41 mm Durchmesser, Gewicht 37 g). Am geeignetsten scheint für die größten Silbergeldstücke ein Durchmesser von 33 bis 38 mm und ein Gewicht von 18 bis 28 g: dieser Forderung entsprechen die deutschen Thaler und Zweiguldenstücke, das Fünffranken-Stück, die englische Krone und der russische Rubel. Silbermünzen und Münzen überhaupt, welche unter 16 mm im Durchmesser halten, und nicht wenigstens $1^1/_2$ g wiegen, muß man für unzweckmäßig erklären; ebenso alle Kupferstücke, welche das Maß von 30 mm oder das Gewicht von etwa 12 g überschreiten. — Ein Zylinder von gegebenem Kubikinhalte bietet die kleinste mögliche Gesammtoberfläche dar, wenn sein Durchmesser gleich seiner Höhe ist; demzufolge müßte man den Münzen, um ihre Abnutzung thunlichst zu vermindern, eine Dicke gleich ihrem Durchmesser geben. Wenngleich nun hieraus eine praktisch völlig unzulässige Form entstünde, man daher von dem mathematischen Satze nicht im vollen Umfange Gebrauch machen darf, so ist man doch durch denselben wenigstens darauf hingewiesen, daß eine zu geringe Dicke zu vermeiden sei, weil schon durch

geringe Annäherung an die theoretische Forderung sehr viel zu gewinnen ist. Eine gute praktische Regel zur Berechnung des zweckmäßigen Durchmessers einer Münze aus dem vorgeschriebenen Gewichte wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$D = P \,.\, \sqrt[3]{G}$$

worin D den gesuchten Durchmesser in Millimetern, G das Gewicht des Münzstückes in Grammen, und P eine aus der Erfahrung abgeleitete Zahl bedeutet. P ist zu setzen:

für Gold, durchgehends	. . . .	= 11,3
„ Silber bei Stücken von mehr als 15 g Gewicht	. . .	= 12,4
„ „ „ „ über 4,5 g bis 15 g	. . . . . .	= 13
„ „ „ „ von 2,5 g „ 4,5 g	. . . . . .	= 13,7
„ „ „ „ unter 2,5 g	. . . .	= 14,4
„ Kupfer, durchgehends	. . . .	= 13

Man wird also aus dem Gewichte der Münze die Kubikwurzel ziehen und diese mit der dem Falle entsprechenden Zahl aus vorstehendem Verzeichnisse multipliziren, um die Zahl von Millimetern zu erhalten, welche den angemessensten Durchmesser des Münzstückes ausdrückt. Die Berechnung ist an den schönsten Münzen der gegenwärtigen Zeit erprobt. Als durchschnittliches Verhältniß der Dicke zum Durchmesser kann man annehmen:

bei Kupfermünzen	. . . .	1 zu 15 bis 16,
„ großen Silbermünzen	. . . .	1 „ 14 „ 15,
„ mittleren „	. . . .	1 „ 17 „ 18,
„ kleinen „	. . . .	1 „ 19 „ 21,
„ ganz kleinen „	. . . .	1 „ 22 „ 26,
„ Goldmünzen	. . . .	1 „ 20 „ 22.

Dabei ist die Dicke so zu verstehen, wie sie sein würde, wenn Erhöhungen und Vertiefungen der geprägten Flächen ausgeglichen wären; hiermit stimmt die Dicke der Platten vor dem Prägen sehr nahe überein (nicht ganz genau, weil einerseits die ungeprägte Platte ein wenig kleiner ist, als die fertige Münze, und andererseits das Metall beim Prägen eine Verdichtung erleidet).

Das Gepräge der Münzen hat zwei nächste wesentliche Zwecke: es soll 1) nach dem Grundbegriff des Geldes die Garantie eines bestimmten Gehaltes an edlem Metall ausdrücken und den Nennwerth bezeichnen, unter welchem die Stücke dem Umlaufe übergeben werden; 2) aber die Oberfläche dergestalt schützen, daß ein betrügliches Wegnehmen von Metalltheilen durch Schneiden, Schaben, Feilen ꝛc. nicht ohne sogleich sichtbare Verletzung stattfinden kann. In der letzteren rein technischen Beziehung muß man verlangen, daß das Gepräge genugsam deckend sei. Fernere nothwendige Eigenschaften sind: Dauerhaftigkeit, damit es beim Umlaufe so gut wie möglich der unvermeidlichen Abnutzung widersteht; Schönheit und kunstvolle Ausführung, um einerseits dem guten Geschmacke keinen Anstoß zu geben, andererseits die Falschmünzerei zu erschweren. — An der Oberfläche eines Münzstückes hat man zu unterscheiden: Avers (Vorderseite, Hauptseite, Kopfseite, Bildseite, droit, effigie, face, croix, tête, avers, obvers, *obverse)* und Revers (Rückseite, Kehrseite, Wappenseite, Schriftseite, revers, pile, *reverse*), dann die zylindrische Umfläche oder den Rand (tranche, *edge).* Hinsichtlich des letzteren unterscheidet man die im Ringe geprägten Münzen von den ohne Ring geprägten: erstere (jetzt bei weitem vorherrschend) empfangen dadurch, daß die Metallplatte während des Prägens in einem stählernen Ringe eingeschlossen ist, ganz genau die bestimmte Größe, eine völlig kreisrunde Gestalt, eine gerade und saubere Randfläche und am Umkreise rein ausgebildete Kanten.

Da der Natur der Sache nach die Randfläche zunächst und hauptsächlich in Gefahr ist, in betrügerischer Absicht befeilt, abgeschabt zu werden ꝛc., so kann auf dieser ein Gepräge (die sogenannte Rändelung) nicht entbehrt werden, wenn es nur irgend thunlich ist, dergleichen anzubringen. Auf Avers und Revers aber muß das Gepräge bis äußerst nahe an den Umkreis hinausreichen, was am nothwendigsten in den Fällen ist, wo der Rand selbst entweder (wegen geringer Dicke der Münze) glatt gelassen oder nur mit einer einfachen, leicht vom Fälscher wiederherzustellenden Verzierung versehen wird. Die vollständigste Deckung der Flächen durch das Gepräge bis ganz nahe an die Randkante ist nur bei Ringprägung zu erreichen. Größtmögliche Haltbarkeit des Gepräges gegen die

unvermeidliche Abnutzung wird verfehlt, wenn zu feine und zarte Züge in demselben enthalten sind; aber noch andere Umstände kommen dabei in Betracht. Unter gleichen abnutzenden Einwirkungen verliert eine geprägte Metallscheibe mehr an Gewicht, als eine glatte; insofern ist also das Gepräge ein (nothwendiges) Uebel. Es kann jedoch sehr viel dafür gethan werden, daß das Gepräge sich gut hält. Zunächst darf dasselbe nicht zu hoch (medaillenartig), sondern muß in einem angemessenen Grade flach gehalten sein. Ferner ist darauf zu achten, daß (bei den im Ringe geprägten Stücken, wo allein dieser Erfolg zu erlangen steht) kein Theil des Gepräges höher über die Ebene des Averses und Reverses hervorspringe, als der rings am Umkreise herlaufende, beim Prägen aufgeworfene, schmale Reif (das sogenannte Stäbchen); vielmehr soll ein über die Münze gestelltes Lineal nur diesen Reif und nirgend das Gepräge berühren, sodaß auch das flach auf einem Tische 2c. liegende Stück ausschließlich am Umkreise aufruht. Man geht in dieser Hinsicht selbst so weit, den Spiegel (die Fläche) der Münzen schwach konkav zu machen, indem man etwas konvexe Prägstempel anwendet, um mehr Höhe für das Gepräge ohne Gefährdung desselben zu gewinnen. Zur Dauerhaftigkeit des Gepräges trägt es endlich bei, wenn dasselbe eine solche Beschaffenheit hat, daß der Schmutz leicht daran haftet und sich festsetzt, weil unter einer etwas dicken Schmutzrinde (die aber nur auf ziemlich stark legirtem Silber und auf Kupfer entsteht) das Metall auffallend vor Abreibung geschützt ist. Die Anhängung eines starken Schmutzes setzt voraus, daß keine großen glatten Stellen in oder zwischen dem Gepräge enthalten seien; weitschichtige Schrift ist daher ungünstig, ein Wappen mit vielen Schraffirungen, kleinen Figuren 2c. hingegen vortheilhaft. — Schöne und kunstvolle Ausführung der Münzen — sowohl in artistischer als in technischer Beziehung — erschwert das Falschmünzen, eine schwierig nachzuahmende Rändelung nebenbei auch das Beschaben oder Abfeilen des Randes. Man findet, daß Falschmünzer am häufigsten an Nachahmung des Randes scheitern (sofern dieser an den echten Münzen nur einigermaßen künstlich ist), weil derselbe nicht mit abgegossen werden kann, während doch die größere Hälfte der falschen Münzen durch Guß erzeugt ist, wobei ein echtes Stück als Modell gedient hat. Die Rändelung besteht entweder aus Schrift (Randschrift, légende) oder einer figürlichen Verzierung, oft aus beiden gemischt. Sie kann jedenfalls entweder im Relief (hoher Rand) oder einwärts gehend (vertiefter Rand) ausgeführt sein. So lange man die Münzen ohne Ring prägte, war hohe Randschrift oder Randverzierung fast allgemein üblich, weil die hierzu erforderlichen Arbeitsgeräthe (Rändeleisen) leichter herzustellen sind. Seit Einführung des Ringprägens sind vertiefte Ränder die Regel, und hohe kommen nur einzeln vor, weil nur eine vertiefte Rändelung, vor dem Prägen angefertigt, das Prägen im glatten Ringe gestattet, hohe aber beim Prägen selbst mittelst eines vertieften, künstlich konstruirten Ringes erzeugt werden muß. Um das Rändeln mit dem Prägen in einer Arbeit verrichten und doch einen einfachen Ring anwenden zu können, hat man in neuester Zeit ungemein häufig zu einer Rändelung mit schlichten geraden Kerben seine Zuflucht genommen, ein Verfahren, welches auf werthvolle Münzen, namentlich Goldstücke, angewendet, entschieden getadelt werden muß, da ein solcher Rand gar zu leicht nach dem Abfeilen wiederhergestellt werden kann. Eher läßt sich noch eine Randverzierung gleich jener der dänischen einfachen und doppelten Pistolen (von 1827—1844) billigen, die vor dem Prägen verfertigt aus erhabenen Perlen besteht, im glatten Prägringe aber sich niederdrückt und abplattet, ohne doch zu verschwinden. Im Allgemeinen ist eine hohe Randschrift oder Verzierung für vorzüglicher zu halten, als eine vertiefte; denn erstere schützt besser gegen das Abnehmen einiger Metalltheile vom Rande und ist (in Verbindung mit Ringprägung) viel schwieriger nachzumachen, letztere aber quetscht sich zuweilen beim Prägen im Ringe dergestalt zu, daß sie schon an der neuen Münze kaum mehr zu sehen ist.

Ueber die durch den Umlauf erfolgende Abnutzung (frai) der Münzen mögen folgende aus Nachwägungen geschöpfte Angaben einen Begriff geben. Es beträgt die jährliche durchschnittliche Gewichtsverminderung, in Prozenten des ursprünglichen vollen Gewichtes ausgedrückt, bei

	(Feingehalt)		Milligramm von 1 Stück		Gewichts-Prozent
deutschen Doppelthalern	0,900	—	4,0	—	0,0107
preußischen Thalern (vor 1857)	0,750	—	5,4	—	0,0242
„ Sechstelthalern	0,520	—	3,8	—	0,0711
hannoverschen Zwölftelthalern	0,520	—	3,1	—	0,1160
französischen 5 Franken-Stücken	0,900	—	5,7	—	0,0228
„ 2 „	0,900	—	8,3	—	0,0830
„ 1 „	0,900	—	7,9	—	0,1580

	(Feingehalt)	Milligramm von 1 Stück	Gewichts-Prozent
englischen halben Kronen	0,925	— 14,0 —	0,0990
" Schillingen	0,925	— 13,0 —	0,2299
" halben Schillingen	0,925	— 9,9 —	0,3501
hannoverschen Doppelpistolen (Gold) . . .	0,896	— 2,1 —	0,0158
englischen Sovereigns (Gold)	0,916	— 2,6 —	0,0325
" halben Sovereigns (Gold) . . .	0,916	— 2,3 —	0,0581

Die Fabrikation der Münzen (die Münzkunst, das Münzen, monnayage, *coinage*, *minting*) zerfällt wesentlich in folgende Haupt-Operationen: 1) Die Verwandlung des Metalles in blechartige Streifen (Zaine, lames, *ribbons*, *fillets*, *slips*); 2) die Herstellung runder Scheiben daraus (Platten, Münzplatten, flans, *coin plates*, *planks*, *blanks*, *planchets*); 3) die Verfertigung der Randverzierung, wenn eine solche angebracht werden soll und dieselbe nicht nachher beim Prägen mittelst des Prägringes entsteht; 4) das Prägen, nämlich die Hervorbringung des Gepräges auf beiden Flächen (und zuweilen gleichzeitig der Randverzierung).

Gold, Silber und Kupfer werden gewöhnlich in Graphit-Tiegeln (Passauer Tiegeln) bis zu 325kg Silber Inhalt in Windöfen geschmolzen; bei einem großen Betriebe wendet man jedoch zum Schmelzen des Silbers mit Vortheil gußeiserne, 200 bis 250kg und darüber fassende Tiegel an, welche im Ofen auf einem Untersatze von Gußeisen ruhen und dadurch vor zu starker Einwirkung der Hitze auf den Boden geschützt werden. Zweckmäßig ist es, die gußeisernen Tiegel mit schmiedeisernen Reifen zu umgeben; auch ganz schmiedeiserne Tiegel werden oft gebraucht, sind zwar die besten, aber sehr theuer. Die Feuerung geschieht mit Holzkohlen oder Kokes; hin und wieder in Flammöfen mit Holz. Man macht die Tiegel erst rothglühend (*bringing up*), bevor man sie anfüllt (weil etwa vorhandene Sprünge oft erst beim Glühen sichtbar werden), und hält das geschmolzene Metall stets mit einer Lage Kohlenstaub bedeckt, damit nicht durch den Sauerstoff der Luft das Kupfer in der Legirung zum Theil oxydirt und der Feingehalt verändert wird.

Die in der Pariser Münze gebräuchlichen schmiedeisernen Tiegel sind zylindrisch, 50 mm dick, 560 mm weit, 500 mm tief, wiegen ungefähr 400 kg und fassen 1100 kg Münzsilber. Aus Stücken zusammengeschweißt (die ältere Verfertigungsart) werden sie öfters an den Schweißstellen undicht und halten deswegen durchschnittlich nur 30 Schmelzungen aus; im Ganzen geschmiedet können sie durchschnittlich 70 Mal gebraucht werden. Stark kupferhaltiges Silber (Scheidemünzsilber) kann nicht wohl in eisernen Tiegeln geschmolzen werden, weil das Eisen daraus Kupfer aufnimmt und dadurch das Legirungsverhältniß unrichtig wird. Graphittiegel pflegt man etwa eine Woche lang zu gebrauchen, dann aber zu beseitigen, auch wenn sie noch keine Beschädigung zeigen. In der Dresdener Münze wurde beobachtet, daß aus guten Graphitschmelztiegeln durchschnittlich 10382kg Schmelzgut gegossen werden können oder daß ein solcher Tiegel im Durchschnitt 22 Schmelzungen (Einsätze) aushält.

Nach vollkommen eingetretener Schmelzung (die Schmelzzeit dauert 3 bis 12 Stunden und manchmal länger, nach der Menge des Metalles und der Beschaffenheit des Ofens) rührt man den Inhalt mit einem Eisenstabe gut um, schöpft eine Probe mit einem kleinen eisernen, lehmbestrichenen Löffel heraus (prendre la goutte), gießt sie in Wasser und untersucht etwas davon durch Abtreiben oder auf nassem Wege, ob der Gehalt richtig ist. Wäre dies nicht der Fall, so muß durch entsprechende Zusätze das bestimmte Verhältniß der Legirung hervorgebracht werden; giebt aber diese Schmelzprobe, Schöpfprobe (welche natürlich nur bei legirtem Golde und Silber, nicht bei Kupfer und feinem Silber nöthig ist) das gewünschte Resultat, so wird das Metall in flache Stäbe, Zaine, gegossen, welche 400 bis 600 mm lang, 4 bis 8 mm dick, und so breit sind, als der Durchmesser der Münzsorte verlangt. Da nämlich durch das folgende Strecken unter dem Walzwerke die Zaine nur wenig an Breite zunehmen, so muß ihnen schon beim Guſſe fast die ganze erforderliche Breite gegeben werden. Man gießt in Formsand, der in einen hölzernen oben offenen Kasten eingeschlagen wird, und worin man die erforderlichen Höhlungen durch senkrechtes Ein-

n eines (unten zugeschärften) eisernen Zain-Modelles hervorbringt; besser in hmiedeten oder gegossenen) eisernen Eingüssen.

Der Zain-Einguß ist von verschiedener Konstruktion. Entweder besteht er aus Stäben oder dicken Schienen, deren jede die Vertiefung für die halbe Dicke eines es (auch zweier, dreier Zaine) enthält, und welche am unteren Ende durch ein Schar- zusammenhängen. Oder er wird aus einem dickeren Stücke, worin Vertiefungen für ganze Zaindicke ausgearbeitet sind, und einer darauf gelegten flachen Deckplatte gebildet, e beiden Theile man zum Guß in einer tragbaren hölzernen Presse zusammenspannt. geringhaltiges Silber wird ausnahmsweise lieber in Sand gegossen, weil es in nen Formen etwas spröde ausfällt und demzufolge beim nachfolgenden Strecken an Kanten einreißt. — Das Metall wird mit eisernen, lehmbestrichenen Kellen (Gold am n mit einem kleinen, in die Stange gefaßten Graphittiegel) aus den Schmelztiegeln öpft. In London hebt man die eisernen Tiegel mittelst eines Krahnes aus dem Ofen Verfahren, welches bei Graphittiegeln keinenfalls anwendbar ist), und setzt sie in eine e Gießmaschine, wo sie durch Räderwerk allmälig geneigt werden, um den Inhalt ie eisernen Formen oder Eingüsse ausfließen zu lassen. Dort gießt man auch die e theils sehr dick (fast quadratisch im Querschnitt), theils breit, plattenförmig, und neidet sie im letzteren Falle nach dem Strecken mittelst einer Kreisschere (S. 254) in ifen. In der Pariser Münze wird zum Gießen der Silberzaine (— Gold gießt man in Platten von 250 mm Länge, etwa 100 mm Breite; Bronze in solche von 300 mm e und 200 bis 250 mm Breite —) eine andere Art Gießmaschine angewendet. Zwölf ne zweitheilige Eingüsse, jeder auf zwei oder drei Zaine eingerichtet, stehen aufrecht herum auf einer horizontalen um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe. In dem e, wie man mittelst einer großen eisernen Gießkelle die Eingüsse nach einander füllt, die Scheibe gedreht, damit andere Eingüsse herangeführt werden; dabei öffnen sich ollen Eingüsse — sobald sie bei Drehung der Scheibe an eine gewisse Stelle kommen on selbst (damit die Zaine herausgenommen werden können), und schließen sich dann Federn wieder, um nöthigenfalls von Neuem gefüllt zu werden.

Das Strecken (laminage, *rolling*) der Zaine wird auf gewöhnlichen Walz- en (*breaking-down mill*) vorgenommen, deren Zylinder 150 bis 250 mm Dicke 180 bis 400 mm Länge haben, 10 bis 30 Umgänge in 1 Minute machen und aus eisen oder Stahl bestehen; im letztern Falle, der die Regel ist, müssen dieselben tet sein. Mehrere Walzwerke werden gewöhnlich zugleich durch eine Dampf- hine in Bewegung gesetzt. Wie oft die Zaine durch die Walzen gehen müssen, t natürlich von ihrer anfänglichen Dicke und von der Dicke der Münzsorten ab. die allerdicksten Silberzaine werden allenfalls zu Anfang in rothglühendem Zu- be gestreckt; sonst geschieht das Walzen durchaus kalt, aber es muß immer nach oder zweimaliger Streckung das Ausglühen in einem Ofen (unter thunlichster altung der oxydirenden Luft, daher unter einer gußeisernen Muffel oder, am n, in einem verschlossenen kupfernen Zylinder) vorgenommen werden, damit das all seine unter den Walzen sehr verminderte Weichheit und Dehnbarkeit wieder nge. Wenn die gestreckten Zaine ganz gerade (nicht geschlängelt) ausfallen und was das Wichtigste ist — überall eine genau gleiche Dicke besitzen sollen, so muß Walzwerk auf die beste Weise konstruirt und mit der sorgfältigsten Genauigkeit rtigt sein. Da nun selten alle in einer Münzwerkstätte vorhandenen Streck- e in dieser Hinsicht einander gleich stehen, so erwählt man zur Vollendung der e das beste von allen (Probewerk, laminoir finisseur, l. polisseur, *finishing rs*; — das voraus angewendete Walzwerk heißt im Gegensatze hierzu laminoir ossisseur)[1]), und berichtigt dessen Walzen durch fleißiges Abschmirgeln. Nach- auf diesem Werke die Zaine bis ungefähr zum richtigen Grade verdünnt sind, ibet man einige Platten daraus, wägt diese und setzt, wenn sie noch zu schwer das Strecken fort, bis die Platten möglichst genau das vorgeschriebene Gewicht lten.

Um eine feine und sehr sichere Stellung der Walzen im Streckwerke zu erzielen, rt man dieselbe entweder durch schlanke Stahlkeile, welche über den Lagern der Ober- e angebracht und durch Schrauben geführt werden, oder durch gewöhnliche Stell-

[1]) Brevets, VII. 211.

schrauben, von welchen aber eine jede mittelst Stirnrad und Schraube ohne Ende für langsam gedreht werden kann. — Zum Glühen der Zaine hat man in der Pariser M einen Flammofen mit kreisrundem, stetig um seinen Mittelpunkt sich drehendem H sodaß alle Theile der Beschickung gleichmäßig Hitze empfangen. — Die Zaine zu G münzen (0,900 fein) pflegt man neuerdings ohne alles Glühen zu strecken.

Bei dem sorgsamsten Verfahren im Strecken kann es dennoch nur zu leicht gesch daß durch eine Unrichtigkeit in der Gestalt der Walzen die Zaine nicht überall einerlei Dicke erlangen, in welchem Falle die daraus geschnittenen Platten ungleiches wicht haben. Um einen Fehler dieser Art, wo nicht ganz zu vermeiden, doch wenig soviel möglich zu vermindern, schließt man die Bearbeitung der Zaine öfters damit, man sie auf dem Adjustirwerke (Durchlaß, Zainzug, banc à tirer. drag einer langen horizontalen Schleppzangen-Ziehbank (S. 203, 219), zwischen zwei unbe lichen stählernen Backen (*dies*) oder zwei kleinen harten Stahlwalzen, welche sich drehen können[1]), durchzieht. Eben weil diese Backen oder Zylinder sich nicht, wie Walzen des Streckwerkes drehen, bleibt die Oeffnung zwischen ihnen sicherer unveränd abgesehen davon, daß solche Theile leichter genau zu verfertigen sind, als zwei grö Walzen; aber da die Zaine nach dem Durchgange durch die Backen noch eine unbestim bare Streckung vermöge ihrer Anspannung erleiden (vergl. S. 194), so bleibt es unm lich, sie überall von absolut gleicher Dicke zu erhalten. Uebrigens können auch die Wa des Streckwerkes selbst zum Ziehen dienen, wenn man dieselben durch eine Vorricht unbeweglich machen kann, wo dann eine etwaige Unrichtigkeit ihrer Rundung weiter ke Einfluß hat, weil es stets die nämlichen Stellen des Umkreises sind, welche auf die Z wirken.

Die fertigen und noch ein Mal geglühten Zaine, welche man der Bequemlich halber in 0,75 bis 1,75 m lange Stücke zertheilt, kommen nun zum Durchschnei oder Ausstückeln (couper, *cutting*); d. h. es werden aus denselben mittelst Durchschnittes, découpoir, coupoir, *blank-cutting machine*, *cutting-out p* (S. 257), kreisrunde Platten von der Größe der Münzen verfertigt. Die bie übrig bleibenden Theile des Metalles, die Schroten (jedenfalls über ein Viertel, wöhnlich ungefähr ein Drittel vom Gewicht der Zaine), werden eingeschmolzen. das Gewicht derselben soviel wie möglich zu vermindern, müssen die Zaine nicht üb flüssig breit sein, und die einzelnen Platten fast ohne Zwischenraum hinter eina ausgeschnitten werden.

Der Durchschnitt in kleineren Münzwerkstätten ist gewöhnlich von der Art, daß Bewegung des Drückers durch eine starke eiserne Schraube mit zweifachem Gew hervorgebracht wird[2]). Ein Arbeiter kann damit in einer Stunde 1000 bis 1500 Pla schneiden (je nach deren Größe). Für kleine und dünne Platten wendet man öfters He Durchschnitte an, welche hier den Vortheil der einfacheren und wohlfeileren Konstruk und schnellerer Arbeit haben, indem damit ein Arbeiter in der Stunde 6000 bis 7 Plättchen liefern kann[3]). Aber auch den größeren Durchschnitten giebt man Einrichtun wobei die Schraube wegfällt, hauptsächlich um sie durch eine kontinuirliche Drehbewegu in Gang setzen zu können und so zum Betriebe durch Elementarkraft (Dampf) geeign zu machen, welcher in bedeutenderen Anstalten allgemein stattfindet. So z. B. k der den Drücker oder Schneidstempel führende Schieber oben mit einem kurzen Wagebalken zusammengehängt sein, der an seinem entgegengesetzten Ende durch die S stange eines Krummzapfens auf- und niedergezogen wird[4]). Bei dem Durchschnitte Mannhardt (in München) werden zwei Drücker zugleich, direkt durch eine über Schieber horizontal liegende Krummzapfenwelle, auf- und niederbewegt: durch Dampf getrieben schneidet diese Maschine 90 bis 100 Mal in 1 Minute und liefert so bis 200 Platten von mittlerem oder großem Format. Uhlhorn's Durchschnitt ist Kniehebelwerk nach gleichem Prinzipe wie dessen Prägmaschine (S. 561). In der L doner Münze sind zwölf Durchschnitte mit Schraubenspindel im Kreise um ein gr horizontales Rad aufgestellt. Oben an der Schraube eines jeden Durchschnittes sitz kurzer Balancier, der durch Däumlinge am Umkreise des erwähnten Rades die Beweg zum Niedergehen der Schraube empfängt; die rückgängige Bewegung erfolgt durch

---

[1]) Armengaud, VI. 286. — Jobard, Bulletin, XIV. 5.
[2]) Brevets, VII. 213, 291.
[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV., S. 493.
[4]) Brevets, LVIII. 196.

anderen Ende des Balanciers wirkende Zugkette, welche horizontal durch die Wand kreisrunden Zimmers hinausgeht und entweder ein Gegengewicht trägt oder mit dem ... einer Luftfeder verbunden ist.

Wenn durch Versehen die Zaine ein wenig zu dünn gestreckt wurden, so kann man dadurch helfen und dennoch Platten von dem richtigen Gewichte daraus schneiden, ... man einen Stempel und eine Unterlage anwendet, welche Platten von einem um ... geringen Betrag größeren Durchmesser liefern. Von wellenförmiger Unebenheit ... Zaine bekommen die Platten eine geringe Krümmung. Um ihnen diese zu benehmen, ... gut, sie, zu 12 bis 20 Stück auf einander, in einen hohlen stählernen, oben und ... offenen, auf einer dicken Eisenplatte stehenden Zylinder zu legen, dann von oben ... passenden Stahlstempel mit ebener Grundfläche einzuschieben, und auf diesen ein ... Mal mit dem Hammer zu schlagen. Doch wird dieses Verfahren nur in einigen ...stätten angewendet und ist jedenfalls überflüssig, wenn die Zaine auf dem Durchlaß ... 556) gezogen, folglich ganz gerade gestreckt wurden.

Nun folgt das Justiren (ajuster, *sizing*), d. h. die Berichtigung des Gewichtes. ...liche Hindernisse machen es nämlich ganz unmöglich, das Gewicht der Platten ... vollkommener Schärfe durch deren Größe und Dicke voraus zu bestimmen; wie... man sich bei den jetzt sehr vervollkommneten Maschinen und Verfahrungsarten ... hohem Grade der Richtigkeit anzunähern vermag. Das gewöhnliche Mittel zum ...iren besteht im Befeilen der Platten. Zu diesem Behufe sitzen in großen Münz...stätten in einem hellen Saale viele Personen an einer Tafel, und jede hat vor ... eine kleine Wage (Justirwage, ajustoir), nebst einem hölzernen Justirklotze, ... dessen horizontaler Oberfläche sich eine seichte runde Vertiefung befindet. Auf der ... Wagschale liegt ein Gewicht, so groß, als das der justirten Platten sein soll; ... Arbeiter nimmt eine Platte nach der andern, wägt sie, wirft die zu leichten zum ...schmelzen zurück und befeilt die zu schweren, wobei er sie in die Vertiefung des ...es legt.

Die Justirfeile (lime à ajuster) ist eine flache Feile mit ziemlich grobem, aber ... zu scharfem Hiebe, welche letztere Eigenschaft man dadurch erreicht, daß beim Hauen ... Meißel mehr steilstehend gegen die Oberfläche aufgesetzt wird, als bei gewöhnlichen ...en. Man bedient sich wohl auch einhiebiger (S. 346) Feilen, welche zwar keine so ...llenden Striche machen, aber mehr Kraft zur Führung erfordern. Manchmal ist die ... in geringer Höhe über dem Tische festliegend angebracht und man führt auf ihr ... Münzplatte mit den Fingern hin und her: diese bequeme Einrichtung empfiehlt sich ...ders für das Nachjustiren von Platten, welche bereits einmal von anderen Arbeitern ...rt sind, weil bei diesem zweiten Befeilen nur sehr wenig Metall abgenommen wird. ... Große Uebung setzt die Justirer in den Stand, die Platten meist auf das erste oder ... Mal gerade um soviel abzufeilen, als ihr Uebergewicht beträgt, sodaß ein mehr...ges versuchsweises Wägen erspart wird. Die Platten dürfen nur auf einer Fläche ...lt werden, und zwar so, daß sie dadurch nicht ungleich dicke Stellen erhalten. Letz... ist jedoch nicht immer zu vermeiden, auch werden zuweilen die Feilstriche nicht völlig ... das Prägen zerstört, sodaß man ihre Spuren noch auf den vollendeten Münzen ... Deshalb, und um Handarbeit zu ersparen, hat man mehrfältig Justirmaschinen ...führt. Diese schaben theils mittelst eines hobeleisenähnlichen Messers einen äußerst ...en Span von der ganzen Oberfläche der Münzplatte ab, indem entweder das Messer ... die Platte[1]), oder die Platte über das Messer weggezogen wird; theils wirken sie ... Abdrehen, indem das Messer auf die Platte gedrückt wird, während sie sich in ...nder Bewegung befindet (von allen Methoden die beste); theils endlich verrichten sie ... Justiren auf dem Rande der Platte, indem letztere von einer Art Zange oder Schere ...schlossen wird, welche mit zwei Schneiden versehen ist: dadurch, daß die Schere eine ... Kreiswendung macht, schabt jede Schneide die Hälfte des Umkreises ab. Man kann ...von diesem Vorgange eine ziemlich deutliche Vorstellung machen, wenn man sich eine ...platte in das Maul einer gewöhnlichen Kneipzange dergestalt gelegt denkt, daß die ...eiden der Zange senkrecht gegen die Fläche der Platte sind. Justirmaschinen der ...en Art (zum Arbeiten auf der Fläche) hat man auch für den Handgebrauch einge...t, dadurch sehr vereinfacht und praktisch gemacht: das Messer mit 40 bis 50 mm ... nach unten stehender Schneide sitzt hierbei an einem horizontalen Hebel, welchen ... Arbeiter über die auf einem Holzblocke untergelegte Platte mit mehr oder weniger

[1]) Brevets, VII. 216.

Druck herbewegt. Die auf den Maschinen ein Mal justirten Platten werden gew
um die noch zu schweren herauszufinden, welche man dann der Operation wieder
unterzieht oder mit der Feile nachjustirt. — Das Justiren der Platten zu Goldmü
hat man auf chemischem Wege, nämlich durch Einlegen in Königswasser erreichen w

Es ergiebt sich aus Vorstehendem, daß das übliche Justiren nur auf zu sch
Platten anwendbar ist, alle zu leichten aber eingeschmolzen werden müssen, weshalb
— bei der praktischen Unmöglichkeit, das richtige Gewicht gleich im Ausstückeln zu erl
— es eher auf ein kleines Uebergewicht anlegt. Indessen ist doch auch versucht wor
die zu leichten Platten brauchbar zu machen, indem man durch dieselben mit einem kl
runden Durchschlage ein Loch schlug, hierein ein Drahtstückchen steckte und dessen
stehende Enden leicht verhämmerte. Die Spur dieses Ausflickens verschwindet nat
durch das Prägen meist ganz und gar; dagegen kann es aber auch geschehen, daß in
das eingenietete Stiftchen herausfällt und ein Loch hinterläßt.

Zum Abwägen der auf Maschinen justirten Platten hat man der Justirwage
automatische Einrichtung gegeben, zufolge welcher ohne Zuthun der Menschenhand
Platte nach der andern auf die Wagschale gelegt und wieder weggeschoben wird, zug
die richtigen, die zu leichten und die zu schweren Stücke in drei getrennten Behältern
sammeln[1]).

Die neueste und bewährteste Wage dieser Art[2]), von Seiß in Atzgersdorf
Wien, bildet sogar 6 Sorten: eine aus allen zu leichten Platten, zwei aus jenen, w
innerhalb der Toleranzgrenzen zu leicht oder zu schwer sind (also keiner Justirung bedür
und drei aus den zu schweren nach der Größe des Uebergewichtes; die Trennung der
teren drei Sorten macht die Anwendung automatischer Justirmaschinen möglich, indem
gelingt, durch Wegnahme eines Spans mittelst eines genau einzustellenden Schabmes
das Gewicht der zu derselben Sorte gehörigen Platten innerhalb der Toleranzgrenzen
berichtigen. Diese Maschine von Seiß besteht aus zehn ganz gleichen Wagen, deren
pro Minute 3—4 Platten selbstthätig abwägt.

Beim Justiren der größeren Silber-, besonders aber der Gold-Stücke wird in
betriebenen Münzanstalten dafür Sorge getragen, daß die unganzen — daher klang
— Platten (*dumb pieces*) bei Seite gelegt und nicht der ferneren Bearbeitung überg
werden, in welcher Absicht man jedes Stück durch Aufwerfen auf eine Art Ambos (e
zylindrischen Stahlklotz von 100 bis 120 mm Durchmesser) hinsichtlich seines Klanges p
(*sounding, chinking*).

Das bisher besprochene stückweise Justiren oder Stückeln ist für Silber-Sche
münze und für Kupfermünze nicht anwendbar, weil es die Fabrikation zu sehr vertheu
Solche Münzsorten werden deshalb al marco (in der Mark) justirt; d. h. man zählt
Anzahl Stücke, welche gesetzlich auf eine Mark, ein Pfund ꝛc. gehen sollen, ab, und w
sie. Wenn nun das Gewicht im Ganzen zutrifft, so läßt man die Ungleichheiten
einzelnen Stücke auf sich beruhen. Findet man die Platten, pfundweise gewogen, et
zu leicht oder zu schwer, so setzt man sie bei Seite, bis eine Partie vorkommt, welche
entgegengesetzten Fehler hat und die man dann damit vermengen kann. Auf diese W
kommt die Regierung, welche prägt, durchschnittlich weder zu Schaden noch zu Vortheil;
im Verkehre liegt nichts daran, ob einzelne Stücke geringer (namentlich nach einem Sch
münzfuße S. 551, d. h. mit einem ihren Metallwerth übersteigenden Nennwerthe, ausgeprä
Münzsorten, welche von Hand in Hand gehen und selten in größerer Zahl gesamm
werden, ganz genau das richtige Gewicht haben. Dagegen würde das Justiren in
Mark bei allen größeren Sorten höchst unzweckmäßig und namentlich dadurch nachth
sein, daß von aufmerksamen Betrügern sehr bald die zu schweren werthvolleren Stücke
gesucht (ausgewippt) und eingeschmolzen werden würden.

Wenngleich durch das Justiren ein Theil von der Oberfläche der Platten b
geworden ist, so findet dies doch nicht mit der ganzen Fläche (und bei den in
Mark justirten Sorten überhaupt gar nicht) Statt: es muß daher die schwarz
Farbe, welche durch eine oberflächliche Oxydation beim Glühen entstanden ist, n
mehr fortgeschafft werden. Dies geschieht, nachdem man die justirten Platten gew
hat (sowohl um sie von dem anhängenden Oele zu reinigen — womit im D
schnitte der Drücker und die Unterlage des leichteren Schneidens halber benetzt we

1) Génie ind., T. 16, p. 57. — Polyt. Centr. 1858, S. 1533.
2) Deutscher amtlicher Bericht über die Wiener Ausstellung i. J. 1873, Gr
XIII., S. 125.

— als um sie für's Prägen weich zu machen), durch das **Sieden** oder **Beizen** (blanchir, blanchissage, *blanching*), welches sowohl für Kupfermünzen, als für Silber- und Goldmünzen erforderlich ist, aber bei den letzteren beiden noch eine weitere Wirkung hat, nämlich die Verschönerung der Farbe, welche der des reinen Goldes oder Silbers nahe kommen soll, obschon die Masse der Münzen mehr oder weniger mit Kupfer versetzt ist (S. 410, 411). Wenn — wie in neuerer Zeit sehr gebräuchlich geworden — die Goldplatten ungeglüht gar nicht oder nach einer Glühung nur so schwach gebeizt werden, als zur Entfernung des wenigen Kupferoxydes nöthig ist, oder wenn man die Bildung von Kupferoxyd ganz verhindert, indem man das Glühen in Kohlenpulver ausführt, daher das Beizen durch ein bloßes Waschen der Platten in Seifenwasser ersetzen kann, so zeigen die daraus geprägten Münzen die der Legirung eigenthümliche röthliche Farbe, während die stark gebeizten (gefärbten) hochgelb erscheinen und erst in Folge der Abnutzung röthlich werden.

Wie bedeutend die durch das Beizen herbeigeführte Farbenänderung ist, beobachtet man an den silbernen Scheidemünzen, welche neu blendend silberweiß aussehen, jedoch nach einiger Abnutzung die eigentliche rothe Farbe ihrer Masse darbieten. Man bediente sich sonst allgemein des Verfahrens, die Platten in einem kupfernen, auf einem Ofen stehenden Kessel oder in einer ebenso vorgerichteten länglich viereckigen kupfernen Pfanne mit verdünnter Schwefelsäure (welcher auch wohl etwas Kochsalz zugesetzt wurde) zu sieden, wonach noch jetzt die Operation öfters benannt wird. Gegenwärtig gebraucht man gewöhnlich ein liegendes hölzernes Gefäß, besser eine hölzerne Tonne (**Beizfaß**), deren Achse unter 12 bis 15 Grad gegen die Horizontale geneigt liegt, und welche durch irgend eine Kraft langsam umgedreht wird; als Beize dient verdünnte Schwefelsäure (für Silberplatten von wenigstens 0,750 Feingehalt 100kg Wasser auf 8kg Schwefelsäure, für Scheidemünze und Kupfer stärker); die Platten werden, vom Glühen noch warm, in das Faß zu der Säure gegeben, wodurch letztere eine Temperatur von 36 bis 50° C. annimmt, das Drehen dauert ungefähr: für Zweithalerstücke 8 bis 10 Minuten, Thaler (0,750 fein) 30 bis 36, Sechstelthaler 45 bis 60 Minuten, Scheidemünze von 0,312 fein $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stunden, solche von 0,229 fein $2\frac{1}{2}$ Stunden, Kupfer 12—15 Minuten. Nicht selten wird das Beizen wiederholt, aber mit Weinstein und Wasser (statt der Schwefelsäure), weil auf diese Art die schönste Weiße entsteht.

Silberne Platten verlieren durch das Sieden oder Beizen $\frac{1}{8}$ Prozent bis $2\frac{1}{2}$ Prozent am Gewichte, geringhaltige mehr als feinere, kleine (welche bei gleichem Gewichte eine größere Gesammt-Oberfläche besitzen) mehr als große; goldene Platten ergeben einen Beizverlust von durchschnittlich 0,070 Prozent, wogegen bei Ausführung des Glühprozesses in Kohlenpulver nach in der Dresdener Münze angestellten Beobachtungen nur ein Scheuerverlust von 0,0077 Prozent bei 20-Markstücken, von 0,012 Prozent bei 10-Markstücken verbleibt. Der Betrag dieses Verlustes muß für jede Münzsorte durch Erfahrung möglichst genau ausgemittelt und beim vorausgehenden Justiren schon berücksichtigt werden. Steigt die Gewichtsverminderung über das vorgeschriebene Maß, so zeigt dies ein zu starkes Glühen oder zu viel Luftzutritt im Glühofen an. Es ist am besten, das Glühen ohne Luftzutritt vorzunehmen, wozu verschiedene Methoden in Anwendung kommen. In London hat man niedrige kupferne Kästen von etwa 400mm Länge auf 250mm Breite, durch parallele Scheidewände in Fächer getheilt und, nach Füllung der letzteren mit auf die Kante gestellten Platten, durch einen Deckel verschlossen. Anderwärts wird in einem eisernen Gefäße auf den Boden eine Lage Kohlenpulver gegeben, darüber ein Haufen Platten eingeschüttet und dieser wieder mit Kohlenpulver bedeckt; dieses Verfahren verhindert die weitergehende Oxydation gänzlich und bringt den Beizabgang auf das Minimum herab. Es wird dabei indeß vorausgesetzt, daß schon durch frühere Glühungen das Kupfer in der Oberfläche der (silbernen und goldenen) Platten hinreichend oxydirt sei, um einen genügenden Erfolg des Beizens zu sichern, wie es in der Regel thatsächlich der Fall ist. Sonst wirkt eine etwas vermehrte Oxydation beim Glühen günstig für die Weiße der Platten nach dem Beizen; sie kann nicht entbehrt werden bei denjenigen Münzsorten, welche durch das Justiren auf einem ansehnlichen Theile ihrer Oberfläche von Zunder entblößt werden (vergl. S. 557). Nur bei kupfernen Platten ist die Oxydation unbedingt schädlich, weil sie unnöthigen Gewichtverlust herbeiführt und Arbeit wie Säureaufwand im Beizen nutzlos vergrößert. Die Kupferplatten glüht man daher jedenfalls im Verschlossenen, sei es mit Kohlenpulver, wie erwähnt, sei es ohne dieses in gußeisernen parallelepipedischen Kästen, deren Deckelfugen mit Lehm verstrichen sind und welche man auf den Herd eines Flammofens stellt. — Silberplatten (selbst von dem geringsten Scheidemünzsilber) haben

nach dem Sieden oder Beizen eine rein weiße, der des Feinsilbers mehr oder weniger nahe kommende Farbe; Goldplatten (von 0,875 bis 0,916 Feingehalt) erscheinen röthlich, da nicht alles Kupfer aus der Oberfläche aufgelöst werden konnte, oder hellgelb, wenn sie ein wenig Silber enthalten, welches jedenfalls zurückbleibt. Das äußerste Häutchen der Platten ist nun entweder ganz fein oder wenigstens viel hochhaltiger, als ihr Inneres, der Gesammtfeingehalt mithin ein wenig gestiegen. Hierauf wird zuweilen beim Legiren Rücksicht genommen, indem man zu Sorten, welche ziemlich viel Kupfer enthalten, also einen erheblichen Beizabgang erleiden, den Feingehalt beim Schmelzen um 3 bis 7 Tausendtheile geringer herstellt, als er für die fertige Münze vorgeschrieben ist; allein dieses Verfahren führt den Nachtheil herbei, daß — da die feine Oberfläche sich im Umlaufe bald abnutzt — in späterer Zeit die Münze ein Metallstück ist, dem jener Betrag an dem gesetzmäßigen Feingehalte fehlt.

Die durch das Sieden oder Beizen blank gewordenen, jedoch nicht glänzenden Platten werden wiederholt mit viel (zuerst heißem, dann kaltem) Wasser abgespült und in einem großen Siebe mit Sägespänen, auch wohl in einer horizontalen, um ihre Achse gedrehten hölzernen Tonne mit Sägespänen oder Kohlenpulver (am besten in einer kupfernen Pfanne mit leinenen Tüchern, da namentlich die Sägespäne leicht Staub zurücklassen, der nachher die Politur der Prägstempel angreift) abgetrocknet. Um sich von ihrem richtigen Feingehalte zu überzeugen und so eine Kontrole der Schmelzprobe (S. 554) zu gewinnen, werden einige Stücke neuerdings probirt (**Plattenprobe**). Desgleichen bedarf, streng genommen, auch das Gewicht einer definitiven Prüfung und Feststellung. Die früher stückweise justirten Sorten nunmehr ohne Weiteres auf gleiche Weise zum zweiten Male zu justiren, um die etwa früher begangenen Versehen zu entdecken, wird in der Regel, selbst bei großen Münzen, für zu zeitraubend und kostspielig erachtet; man pflegt daher zunächst nur Portionen von soviel Stück, als z. B. auf 2 Pfund gehen sollen, zu wägen: zeigen diese das richtige Gewicht, so justirt man nicht weiter; ergiebt sich aber ausnahmsweise ein zu großes Gewicht, so wägt man die Stücke einzeln und justirt die zu schweren durch nachträgliches Abfeilen oder Abschaben, wobei freilich die vom Sude hervorgebrachte Oberfläche beschädigt wird. So sind die Platten zum Prägen fertig. Die al marco justirten geringen Sorten (S. 558) unterliegen einer erneuerten Gewichtsprüfung überhaupt nicht.

Das Gepräge der Münzen, im weitesten Sinne des Wortes, zerfällt in das eigentliche **Gepräge** auf den Flächen, und in den **Rand**, die **Randverzierung**, **Kräuselung** (cordon). Die Randverzierung fehlt sehr gewöhnlich bei Kupfermünzen und den kleinsten Silbermünzen ganz, besteht bei kleinen Gold- und Silberstücken in Kerben, Streifen, Punkten, Sternen, Schuppen u. dgl., bei größeren Münzen aber meist in Schrift (**Randschrift**), vergl. S. 553. Bei den im Ringe (S. 563) zu prägenden Münzen mit hoher Randschrift oder mit einfachen von Avers zu Revers über den Rand laufenden Kerben entsteht die Ausbildung des Randes durch den Prägring; dagegen wird bei den im Ringe zu prägenden Stücken mit vertieftem Rande, sowie bei den ohne Prägung erzeugten durchgehends, die Randverzierung oder Randschrift vor dem Prägen durch eine eigene Bearbeitung — das **Rändeln** (cordonner, *milling, marking*) — hervorgebracht. Hierzu dient eine kleine Maschine, das **Rändelwerk**, **Kräuselwerk** (machine à cordonner, machine à tranche, *edge-work*, *milling machine*), welche man von verschiedener Einrichtung findet[1]). Die Hauptheile sind jedoch immer zwei gehärtete stählerne **Rändeleisen** (coussinets, *checks*), welche entweder geradlinig und zu einander parallel oder von der Gestalt zweier konzentrischer Kreisbögen sind. In jedem Falle liegt das eine Eisen unbeweglich, das andere wird dergestalt durch einen Hebelgriff oder durch eine Kurbel mit Verzahnung &c. bewegt, daß stets beide Eisen in einer Ebene bleiben und der Abstand zwischen ihnen unwandelbar dem Durchmesser der Münze angemessen ist. Die Rändeleisen tragen auf ihren einander zugekehrten Kanten (welche entweder beide gerade sind, oder von denen die eine konvex, die andere konkav bogenförmig ist) — jedes zur Hälfte — die Randverzierung oder Schrift hoch oder vertieft, je nachdem dieselbe auf

[1]) Brevets, VII. 218. — Armengaud, IX. 114. — Polyt. Journ., Bd. 163, S. 11. — Polyt. Centr. 1861, S. 1542.

der Münze vertieft oder hoch erscheinen soll. Indem das bewegliche Eisen dem unbeweglichen gegenüber sich seiner Länge nach verschiebt, wird eine in den Zwischenraum gebrachte Platte dergestalt gerollt oder fortgewälzt, daß sie eine halbe Umdrehung um sich selbst macht, und folglich jede Hälfte des Randes von einem der Eisen den Eindruck annimmt.

Ein Rändelwerk mit Betrieb durch Dampfkraft, wie er in großen Münzstätten vorkommt, kann, nach Größe der Münzstücke, 40 bis 60 Platten in einer Minute bearbeiten; es sind dann wohl 10 bis 20 Werke auf demselben Tische angebracht. — Man hat die Rändelmaschine mit einem eigenthümlich gebauten Durchschnitte derart in Verbindung gebracht, daß die ausgeschnittenen Platten ohne Weiteres in das Rändelwerk hinabgleiten[1]); dies wird jedoch bei Sorten, welche stückweise justirt und nachher gesotten werden müssen, nicht wohl angehen.

Zuweilen bringt man, zum Vortheile der Schönheit, vor dem eigentlichen Rändeleisen ein Paar ähnliche aber ganz glatte Eisen an, zwischen welchen die Platten zuerst durchgehen, damit ihr Rand durch den Druck ein wenig nach den Flächen hin aufgestaucht, etwas breiter und recht glatt zylindrisch gemacht wird, bevor die gravirten Eisen die Verzierung eindrücken; oder man rändelt zwei Mal — auf getrennten Rändelmaschinen — das erste Mal mit glatten, das zweite Mal mit gravirten Eisen. Das Glatträndeln (*marking*) pflegt auch bei solchen Platten angewendet zu werden, welche ihre Randverzierung erst im Prägringe empfangen oder auch ganz ohne Randverzierung bleiben; einige der dazu dienlichen Maschinen gestatten eine so schnelle Arbeit, daß 240 Stück in einer Minute fertig werden.

Den Rändeleisen mit Verzierung oder Schrift wird diese auf einer der Rändelmaschine ähnlichen Vorrichtung eingedrückt, in welcher eine auf ihrer Randfläche entsprechend gravirte Stahlscheibe zwischen den zu fertigenden beiden Rändeleisen liegt und bei den entgegengesetzten Verschiebungen dieser letzteren sich um ihre Achse dreht.

Das Prägen (frapper, battre, *coining*) der Münzen wird mittelst zweier vertieft gravirter stählerner Stempel verrichtet, welche gehärtet, gelb angelassen sind und zwischen denen eine Münzplatte nach der andern einem augenblicklichen Stoße ausgesetzt wird. Die Maschine, in welcher zu diesem Behufe die Prägstempel (S. 369) angebracht sind (die Prägmaschine, Münzmaschine, *coining press*) ist zum Theil noch das — früherhin allgemein gebräuchlich gewesene — sogenannte Stoßwerk (balancier, *mill*, *minting-mill*), welches auch Druckwerk, Anwurf, Spindelwerk genannt wird (s. S. 373). Die Größe desselben richtet sich nach der Größe der Münzen, welche darauf geprägt werden. Die Schraube, welche gewöhnlich ein dreifaches (manchmal ein vierfaches) flaches Gewinde besitzt, hat ungefähr ihren fünf- bis sechsfachen Durchmesser zur Länge; die messingene (in einem sehr massiven Körper, chemise, von Gußeisen oder Kanonenmetall angebrachte) Mutter, in welcher sie sich bewegt, ist fast ebenso lang. Der Bogen, welchen die Schraube und ihr Schwengel (barre) bei der Umdrehung abwechselnd vor- und rückwärts durchlaufen, beträgt 60 bis 180 Grad: je mehr man ihn verkleinert, desto mehr Stöße können in gleicher Zeit gegeben werden, aber desto mehr Arbeiter sind zur Bewegung erforderlich, um dem Stoße die nöthige Kraft zu verleihen. Durch das Aufstoßen des Oberstempels auf die Münzplatte und mittelbar auf den Unterstempel, entsteht ein Rückstoß, der bedeutend genug ist, um die Schraube wenigstens einen Theil ihres Weges zurück hinauf zu treiben: man kommt dieser rückgehenden Bewegung noch durch ein mit dem Schieber verbundenes Gegengewicht oder durch einen mittelst eines Gewichtes straff angespannten Riemen zu Hülfe, gegen welchen (beim Hinabgehen der Schraube) der Schwengel am Ende seiner Bewegung stößt.

Um ein Beispiel von den Dimensionen des Stoßwerkes zu geben, soll hier angeführt werden, daß zum Prägen von Doppel-Pistolen und anderen Münzen ungefähr gleicher Größe angenommen werden kann: der Durchmesser der Schraube, sammt den Gängen, = 108 mm; die Tiefe des Gewindes = 17 mm; die Ganghöhe oder Steigung des Gewindes = 86 mm; mithin (bei einer dreifachen Schraube) die Breite jedes hohen und vertieften Ganges = $14\frac{1}{3}$ mm; die Länge des Schwengels, zwischen den Mittel-

[1]) Polyt. Centr. 1865, S. 573.

punkten der Schwungkugeln gemessen = 2,2 m; das Gewicht jeder Schwungkugel = 25 kg. Wenn dabei der Schwengel einen Bogen von 70 Grad beschreibt, so sind zur Bewegung 7 oder 8 Mann erforderlich, und es können 50 bis 55 Stöße in einer Minute gegeben, also 3000 bis 3300 Münzstücke stündlich geprägt werden. Um Thaler- und Zweigulden-Stücke zu verfertigen, sind (natürlich an einer größern Maschine) 8 bis 12 Mann nöthig, wenn der Bogen 60 bis 70 Grad mißt, wobei 50 Stöße in einer Minute stattfinden können. Der (drei- oder vierfachen) Schraube giebt man hierzu 120 und selbst 150 mm Durchmesser, ihrem Gewinde bis zu 150 oder 160 mm Steigung. Alle diese Angaben dürfen nur als Näherungen betrachtet werden; es läßt sich z. B. (nach dem Obigen) die Anzahl der angestellten Arbeiter sehr bedeutend vermindern, wenn man den Schwengel einen halben Kreis (180 Grad) durchlaufen läßt, wo dann freilich die Zahl der Stöße sich bis auf 900 oder 1200 in der Stunde (15 oder 20 in der Minute) verringert. Von der größten deutschen Münzsorte, den Doppelthalern, können selten mehr als 24 in der Minute mit dem kräftigsten Stoßwerke geliefert werden.

Ein reines Ausprägen wird stets leichter mit einer stark steigenden Schraube erreicht, als mit einer wenig steigenden. Letztere hat eine Wirkung, welche sich mehr jener des Druckes als des reinen Stoßes nähert, treibt das Metall stark in die Breite auseinander, bildet aber das Gepräge weniger scharf aus. Bei gleichem mechanischen Momente des bewegten Oberstempels ist es nämlich für die Schönheit der Prägung vortheilhafter, die Geschwindigkeit groß und die Kraft entsprechend kleiner zu nehmen als umgekehrt.

In einigen großen Münzwerkstätten hat man Dampfmaschinen zur Bewegung der Stoßwerke angewendet. Auf eine sinnreiche Weise ist der Druck der Luft benutzt worden, um die Kraftäußerung der Dampfmaschine auf die Prägstöcke zu übertragen [1]. Es wird nämlich durch die Dampfmaschine eine Luftpumpe in Bewegung gesetzt, welche in einem Behälter die Luft bedeutend verdünnt. In einem horizontalen Zylinder, der mit dem Behälter kommunizirt, befindet sich ein Kolben, dessen Stange durch eine Kette mit dem Kopfe der Prägschraube verbunden ist. Steht der Zylinder mit dem ausgepumpten Behälter in freier Verbindung, so verdünnt sich die Luft hinter dem Kolben, und der atmosphärische Druck schiebt letzteren in den Zylinder hinein, wodurch mittelst der Kette die Schraube umgedreht und der Oberstempel hinabbewegt wird. Beim Zurückspringen der Schraube (s. oben) wird der Zylinder von dem Behälter abgeschlossen, und der Kolben wieder im Zylinder vorwärts gezogen. Es können 30 bis 80 Stempelstöße oder Prägungen in 1 Minute vollbracht werden; in London prägt man mit einer derartigen Einrichtung 70 Stück Florins (Doppelschillinge) pr. Minute. — Eine andere Anordnung zur Uebertragung der Dampfkraft auf das Stoßwerk besteht in der Benutzung von Friktionsscheiben. Dabei ist mit der Schraubenspindel oberhalb ein horizontales ungezahntes Rad verbunden, welches durch Reibung umgedreht wird. Um den Wechsel in dieser Drehung (wie er zum Auf- und Niedergange der Schraube erforderlich ist) zu erzeugen, bringt man entweder zwei Friktionsscheiben an, welche wechselweise und in entgegengesetztem Sinne auf das Rad wirken [2]), oder auch nur eine Scheibe, welche aber abwechselnd in entgegengesetztem Sinne sich umdreht.

Bei den einfachsten Prägmaschinen sitzt ein Arbeiter in einer Vertiefung des Fußbodens, um eine Platte nach der andern mit der Hand auf den Unterstempel zu legen, und die geprägten Münzen mit einer Art Meißel (einer geraden, am Ende dünn zugeschliffenen Klinge) wegzustoßen. Es giebt aber auch Maschinen, welche mittelst einer mechanischen, von der Schraube aus bewegten Vorrichtung, Hand oder Zubringer (main, posoir, *layer-on*) genannt, das Auflegen und Wegschieben verrichten, sodaß der erwähnte Arbeiter nichts weiter zu thun hat, als die Platten jener Vorrichtung darzubieten oder sie säulenartig auf einander in ein stehendes Rohr zu legen; wodurch (weil nun die Finger nicht zwischen die Stempel kommen) sein Geschäft bequemer und ungefährlich wird [3]).

Eine Platte, welche freiliegend zwischen zwei Stempeln geprägt wird, büßt gewöhnlich mehr oder weniger ihre genau runde Gestalt ein, weil — theils wegen unvollkommenen Parallelismus der Stempelflächen, theils wegen ungleicher Dicke der

---

1) Berliner Verhandlungen 1831, S. 84.

2) Kronauer, Maschinen, IV. Taf. 12, 13. — Bulletin d'Encouragement 1861, p. 257. — Polyt. Centr. 1861, S. 1188. — Polyt. Journ., Bd. 162, S. 172. — Schweiz. Z. 1861, S. 139. — Ztschr. d. Ing. 1867, S. 75.

3) Brevets, VII. 220.

Platten in Folge des Justirens, theils endlich (und hauptsächlich) wegen ungleichmäßiger Verquetschung der Metallmasse durch die Gravirung der Stempel — die an dem Umkreise stattfindende Ausdehnung nicht überall völlig gleich ist. Für die Regelmäßigkeit der Münzen ist es demnach sehr vortheilhaft, wenn man die Platte verhindert, sich über einen bestimmten Umkreis hinaus zu vergrößern. Dies wird durch das — jetzt fast überall eingeführte — Ringprägen erreicht, wobei der untere Prägstempel von einem stählernen Ringe (virole) umgeben ist, sodaß er die Oeffnung desselben ausfüllt. Vor und bei dem Prägen steht der obere Rand dieses Ringes um die Dicke der Münzplatte höher, als die gravirte Fläche des Unterstempels; wenn aber nach dem Stoße der Oberstempel wieder hinaufgeht, so bewirkt die Schraube durch einen mit ihr verbundenen Mechanismus eine Hebung des Unterstempels oder eine Senkung des Ringes, dergestalt, daß hierdurch die Münze aus dem Ringe in die Höhe gestoßen, bloß gelegt wird (déviroler), und bei Seite geschoben werden kann. Sowie hierauf der Oberstempel aufs Neue niederzugehen anfängt, begeben sich auch der Ring und der Unterstempel in ihre vorige Lage gegen einander. Die ungeprägten Platten sind ein wenig kleiner, als die Oeffnung des Ringes, fallen mithin leicht in den letzteren hinein und auf den Unterstempel; durch das Prägen aber findet eine Ausdehnung Statt, in deren Folge der Rand der Münze kräftig gegen den inneren Umkreis des Ringes gedrückt und an demselben glatt zylindrisch gemacht wird.

Der Prägring kann nur dann ein ganzer oder voller Ring (virole pleine) sein, wenn es angeht, aus einem solchen die Münze ohne Schwierigkeit herauszuschieben. Dies ist in folgenden drei Fällen zulässig: a) Wenn die Münze glattrandig geprägt wird (ohne Schrift oder Verzierung auf dem Rande); b) wenn sie vor dem Prägen eine vertiefte oder eine solche hohe Rändelung empfangen hat, welche durch den Ring niedergedrückt werden soll, um nur eine Spur zu hinterlassen (S. 560): in diesen beiden Fällen ist der Ring inwendig (glatt glatter Ring, virole lisse); c) wenn der Rand einfach gekerbt verlangt wird, wo dann der Ring mit entsprechender Kannelirung versehen ist (gekerbter Ring, Kerbring, virole cannelée). — Ein Rand mit erhabener Schrift oder Verzierung kann bei Ringprägung nicht durch Rändeln vor dem Prägen, sondern nur mittelst des (vertieft gravirten) Prägringes selbst zu Stande gebracht werden, welcher letztere aus drei Theilen besteht, sich im Augenblicke des Prägens zusammenschließt, nachher aber öffnet, um das Herausheben der Münze zu gestatten (dreitheiliger oder gebrochener Ring, virole brisée). Auf dem Rande der so verfertigten Münzstücke erkennt man in der Regel die Spuren von den Fugen des Ringes in drei feinen erhabenen Strichen oder Näthen.

Statt des Stoßwerkes mit der Schraube hat man in der neueren Zeit mit großem Vortheile Kniehebel-Pressen zum Prägen eingeführt, welche durch Drehen einer Kurbel oder durch Dampfkraft mittelst Riemenscheibe in Gang gesetzt werden, wegen des mangelnden Schwengels wenig Raum einnehmen, und dergestalt ohne heftige Erschütterung arbeiten, daß sie keines besonders festen Fundamentes bedürfen, sondern fast in jedem Zimmer aufgestellt werden können. Die Prägmaschinen von Nevedomsky[1]) und von Uhlhorn[2]) sind dieser Art. Letztere — gegenwärtig sehr verbreitet und unstreitig das Vollkommenste, was das Fach der Prägmaschinen aufzuweisen hat, von Thonnelier in Paris mit einigen Abänderungen nachgebaut[3]) — enthält viele höchst ausgezeichnete Konstruktionen, z. B. einen Mechanismus, durch welchen die Maschine selbst ihre Bewegung augenblicklich einstellt, wenn zufällig (durch Nachlässigkeit des Arbeiters oder durch eine Störung in der Funktion des Zubringers) keine Münzplatte auf den Unterstempel gelangt ist; einen andern, der aller Beschädigung in dem Falle vorbeugt, wo etwa die geprägte Münze nicht weggeschoben wurde und eine neue Platte auf

[1]) Berliner Verhandlungen, II. (1823), S. 64. — Description de la nouvelle machine pour battre la monnaye, inventée par I. Nevedomsky. Petersbourg 1811.

[2]) Berliner Verhandlungen, XXVI. (1847), S. 103. — Brevets, LX. 295. — Brevets 1844, T. VIII., p. 50. — Mittheilungen 1871, S. 59.

[3]) Brevets 1844, XI. 285. — Armengaud, IX. 1.

dieselbe zu liegen kam, oder die neue zugebrachte Platte zwar den Ring leer findet, aber nicht ganz in dessen Oeffnung eintritt, folglich gequetscht wird; einen dritten, welcher den Unterstempel im Augenblicke des Prägedruckes um ein sehr Geringes (höchstens 1mm am Umkreise großer Münzsorten) drehend um seine Achse bewegt, wodurch das scharfe Ausprägen befördert wird; u. s. f.

Eine Uhlhorn'sche Maschine prägt von großen Münzen (Thalern und Doppelthalern) 36 bis 40, von mittleren 50 bis 55, von kleinen 60 bis 75 Stück in einer Minute. Der sie bedienende Arbeiter hat nichts zu thun, als die Platten mit zählender Bewegung fort und fort auf eine schiefe Fläche fallen zu lassen, von welcher sie hinabgleiten, um eine nach der andern durch den Zubringer in den Prägring geschoben zu werden. Nach geschehener Prägung kommen die Stücke in der Reihe auf einem andern Wege von selbst heraus und fallen über eine zweite schiefe Fläche in das Sammelgefäß. Zwei Mann zum Kurbeldrehen sind an den Maschinen mittlerer Größe genügend; die Bewegung wird aber sehr gewöhnlich durch eine Dampfmaschine hervorgebracht.

Das früher zum Prägen der Scheidemünze gebräuchlich gewesene **Klippwerk** (wobei der Oberstempel unten an einer senkrechten Eisenstange sitzt, auf welche oben mit dem Hammer geschlagen wird) ist längst verschwunden; ebenso das **Walzenprägwerk** (**Taschenwerk**), welches auf zwei stählernen Zylindern die Gravirung des Gepräges enthält und dieselbe den durchgehenden Platten beiderseitig aufdrückt, dabei aber die Münzen länglichrund macht, weil es sie in der Richtung der Bewegung stärker streckt als in der Richtung der Walzenachsen (vergl. S. 152). Ein verbessertes Walzenprägwerk, mit Prägstempeln versehen und auf Ringprägung berechnet, ist neuerlich angegeben worden [1]).

Beim Prägen können mancherlei Fehler vorkommen, welche an den Münzen sichtbar werden: 1) Wenn aus Versehen zwei Platten statt einer auf den Stempel gelegt werden, so erhalten beide nur auf einer Seite ein Gepräge, die sich berührenden Flächen aber bleiben glatt. 2) Bleibt die geprägte Münze an einem der Stempel hängen, sodaß sie nicht schnell abgelöst werden kann, und wird unter diesen Umständen eine neue Platte aufgelegt, so erhält diese auf einer Fläche den gewöhnlichen Abdruck des Stempels, auf der andern Fläche den vertieften Eindruck von dem ersten, durch das Prägen hart gewordenen, Stücke. Eine solche Münze bietet also das nämliche Gepräge auf beiden Seiten dar, jedoch auf der einen Seite vertieft und verkehrt. Beim Ringprägen — namentlich in der Uhlhorn'schen Maschine, deren Oberstempel bis zu einem bestimmten Punkte herabzugehen durch den Hebelmechanismus gezwungen ist — wird die obenauf liegende Platte, deren Dicke in der Tiefe des Ringes nicht Platz hat, über den Umkreis des letzteren hinausgequetscht und dadurch vergrößert, wobei zugleich die Zeichnung und Schrift des Gepräges auf eine merkwürdige Weise regelmäßig sich vergrößert, der Rand aber öfters stark einreißt. 3) Kommt die auf den Stempel gebrachte Platte nicht konzentrisch mit dessen Umkreis zu liegen, so prägt sich nur ein Theil der Stempel ab, und eine mondsichelförmige Stelle der Münze bleibt glatt. Ereignet sich dieser Fall beim Prägen im Ringe, so erfolgt — weil jener sichelförmige Theil außerhalb der Ringöffnung bleibt, ein Hinaufquetschen desselben, welches die Münze gänzlich unbrauchbar macht. 4) Das Gepräge erscheint doppelt, wenn die schon geprägte Münze, bei dem Bestreben sie loszumachen, nur ein wenig auf dem Unterstempel verschoben wird und einen zweiten Stoß erhält, der gewöhnlich das erste Gepräge nicht ganz zerstört. Hiervon ist der Fall zu unterscheiden, wo zwei **verschiedene** Gepräge (der Regel nach das eine nur in kleinen oder schwachen Ueberbleibseln) sichtbar sind, weil man aus dem Umlauf zurückgezogene Münzen ohne Weiteres zwischen Stempeln mit anderer Zeichnung neu geprägt (**umgeprägt**) hat. 5) Treffen durch ein Versehen die Stempel leer auf einander (d. h. ohne daß eine Platte dazwischen liegt), so ist das Zerspringen eines Stempels oder beider sehr häufig die Folge: ja selbst beim ordnungsmäßigen Prägen entstehen oft Sprünge in den Stempeln. Insofern nun dieselben nicht zu bedeutend sind, arbeitet man demungeachtet fort; aber auf den Münzen drucken sich solche **Stempelrisse** als erhabene Linien sichtbar ab. 6) Beim leeren Zusammentreffen der Stempel kann es wohl auch in einzelnen Fällen geschehen, daß sich die Gravirung des einen Stempels äußerst seicht in dem andern, vielleicht etwas weicheren, abdruckt. Bei fortgesetzter Prägung erzeugt der so veränderte Stempel auf den Münzen nicht nur das ihm eigene Gepräge hoch und recht, sondern

[1]) Brevets, LXXVIII. 283. — Armengaud, VI. 289. — Jobard, Bulletin XIV. 8. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 166.

auch einzelne Theile vom Gepräge des andern Stempels, und zwar diese tief und verkehrt, da sie dem richtigen Gepräge auf der andern Seite der Münze genau gegenüber stehen [1]). 7) Von dieser seltenen und leicht zu übersehenden Erscheinung ist das nur bei dünnen Münzen, und zwar ziemlich oft, vorkommende Durchprägen zu unterscheiden, welches darin besteht, daß man auf einer Seite des Stückes die Hauptumrisse des Gepräges der andern Seite unvollkommen aber deutlich gewahr wird, sofern nämlich diese Umrisse in den blanken Spiegel (das ebene glatte Feld) der Gegenseite fallen. Ursache hievon ist der Umstand, daß die Platte dort, wo sie beiderseitig von der Stempel-Spiegelfläche getroffen wird, eine stärkere Zusammendrückung erleidet als da, wo ihr nur der eine Stempel seinen Spiegel, der andere hingegen eine vertiefte Stelle seiner Gravirung darbietet. 8) Unebenheiten im Spiegel der Münzen entstehen leicht, wenn die Stempel schlecht gehärtet, namentlich an verschiedenen Stellen ungleich hart sind, weil dann die Fläche derselben sich theilweise eindrückt und Vertiefungen annimmt. An solchen Stellen fällt denn auch das Gepräge nicht scharf aus, und zwar öfters in solchem Grade, daß sogar die Feilstriche vom Justiren sichtbar bleiben. 9) Stumpfes, abgerundetes Gepräge hat meistentheils seinen Grund in zu geringer Kraftanwendung beim Prägen, oder in nicht hinlänglicher Stärke des Prägwerkes. — Ausgelassene oder in falscher Reihenfolge stehende Buchstaben der Umschriften, sowie Anachronismen in den Jahreszahlen (keineswegs unerhörte Fehler!) fallen begreiflich nicht der Prägung, sondern dem Verfertiger des Stempels zur Last.

Die Original-Gravirung der Prägstempel (Münzstempel), namentlich der Zeichnung ohne Schrift, wird von dem Stempelschneider (Medailleur, tailleur, médailleur, *stamp-cutter*, *medalist*) meist im Relief in Stahl ausgeführt, weil auf diese Weise die Ausarbeitung der einzelnen Theile leichter ist als in der Tiefe. Man drückt dieses Original (die Patrize, poinçon), nachdem es gehärtet worden, in eine beliebige Anzahl von Prägstempeln ab, welche dadurch völlig übereinstimmend werden. Dazu bedient man sich eines starken Prägwerkes mit Schraubenspindel, und das Verfahren wird Senken, Absenken, genannt. Ist die Gravirung (z. B. ein Wappen) ursprünglich vertieft, so prägt man sie zuerst erhaben in Stahl ab und gebraucht diesen Relief-Abdruck, welchen man härtet, zum Senken der Prägstempel. Bei erhaben geschnittenen Originalen befolgt man sogar gewöhnlich ein noch weitläufigeres Verfahren: Um nämlich die Gravirung nicht durch zu häufigen Gebrauch der Gefahr des Verderbens auszusetzen, prägt man sie vertieft in Stahl ab, schlägt mit Buchstabenpunzen die Schrift ein, härtet den Abdruck, senkt damit eine neue Relief-Kopie, härtet diese ebenfalls und bedient sich endlich ihrer, um damit die Prägstempel zu senken. Geht nun etwa diese Relief-Kopie zu Grunde, so kann sie leicht wieder ersetzt werden. Das Härten der Stempel geschieht durch Eintauchen in Wasser oder unter einem Wasserstrahle (Strahlhärtung, S. 10), welchen man mitten auf die Fläche fallen läßt.

Dem Graviren der Stempel zu figürlichen Darstellungen geht jedenfalls das Modelliren voraus, nämlich die Ausarbeitung des gewünschten Reliefs durch Bossiren in Wachs, welchem eine Schiefertafel als Grundlage dient. Das Modell wird gewöhnlich in vergrößertem Maßstabe ausgeführt. Um das getreue Kopiren desselben zu erleichtern und dabei Zeit zu ersparen, wird oft (besonders bei hohem Relief, wie es vorzüglich auf Medaillen üblich ist) ein mechanisches Verfahren befolgt. Man formt nämlich das Wachsmodell in fettem Sande ein, macht davon einen Abguß in Eisen und kopirt letzteren mittelst einer Maschine in Stahl. Von der Einrichtung und Wirkung dieser Maschine mag Folgendes einen Begriff geben. Zwei horizontal und parallel in gleicher Höhe liegende Wellen werden gleichzeitig und gleich schnell (jedoch sehr langsam) durch Tritt, Schnurscheibe und Schraube ohne Ende umgedreht. An dem Ende der einen Welle ist das eiserne Reliefmodell, an dem Ende der andern der zu gravirende Stahlstempel befestigt, welche beide also die Drehung übereinstimmend mitmachen. Ein eiserner Hebel liegt quer vor Modell und Stempel, wird gegen beide durch eine Feder angedrückt, ist an seinem Ende sowohl in horizontaler als in vertikaler Ebene um zwei Paar Schraubenspitzen (welche zusammen eine Art Universalgelenk bilden) drehbar, und trägt gegenüber dem Modelle einen stumpfen Stahlstift (Anlauf), gegenüber dem Stempel aber ein Schneidwerkzeug (eine Art Grabstichel). Anfangs ist der Anlauf auf den Mittelpunkt des Modelles, der Grabstichel auf den Mittelpunkt der Stempelfläche eingestellt. Sowie die Maschine in Gang gesetzt wird, bewegt eine durch den Mechanismus um-

---

[1]) Jahrbücher, VIII. 75.

gedrehte senkrechte Führungsschraube den Hebel äußerst langsam niederwärts, und demzufolge beschreibt der Anlauf auf dem Modelle und der Grabstichel auf dem Stempel eine außerordentlich eng gewundene Spirale vom Mittelpunkte nach dem Umkreise hin. Indem nun zugleich, vermöge der Feder, der Anlauf in die Vertiefungen des Modelles eintritt und vor den Erhöhungen desselben zurückweicht, macht der Grabstichel analoge Bewegungen vor der Fläche des Stempels, auf welchem er durch Wegschneiden feiner Späne das Relief kopirt und zwar beliebig verkleinert, weil der Stempel entsprechend näher am Drehpunkte des Hebels sich befindet, als das Modell. Es ist nöthig, den Stempel mehrmals auf diese Weise zu überarbeiten, und demungeachtet fehlen in der Kopie alle feineren Züge des Originales, welche nachher durch Graviren aus freier Hand hergestellt werden müssen, sowie man auf dieselbe Weise auch die Grundfläche des Stempels vertieft, welche dann auf dem mittelst Absenkens gewonnenen Prägstempel durch Abschleifen geebnet wird.

Zum Senken der Münzstempel hat man zwei Methoden: a) Mit kleinen Stößen, wobei etwa 8 Mann an dem Prägstocke angestellt werden müssen und mehr Zeit erfordert wird, aber das gehärtete Original weniger Gefahr läuft; b) mit starken Stößen, wo 2 Mann hinreichen und die Schraube hoch hinaufgeschraubt, dann aber rasch herabbewegt wird. Nach je zwei bis vier Stößen muß immer der Stempel geglüht werden, was zwischen Kohlenstaub geschieht, um Oxydation zu vermeiden. Das Senken selbst geschieht durchaus kalt. Erfahrungsmäßig wird die vollkommene Ausprägung beim Senken erleichtert, wenn man die Oberfläche des zum Stempel bestimmten Stahlklotzes nicht eben, sondern derartig konvex macht, daß sie nach der Mitte zu einem sehr niedrigen, also stumpfwinkligen Kegel ansteigt.

Die Dauer der Prägstempel ist außerordentlich verschieden. Nicht selten können zwischen einem Paare vorzüglich guter Stempel 300000 bis 500000 Münzstücke geprägt werden, bis erstere als unbrauchbar bei Seite gelegt werden müssen; die Durchschnittszahl ist aber weit geringer. Manche Stempel zerspringen bei den ersten Stößen; andere *setzen* sich, d. h. nehmen wegen unvollkommener oder nicht tief genug eingedrungener Härtung Vertiefungen an (vergl. S. 565, 8), welche sich auf der geprägten Münze durch eine Erhöhung und zwar vermöge ungleicher Spiegelung selbst dann sehr störend offenbaren, wenn die Unebenheit nur gering ist. Wenn ein Stempel weder springt noch sich setzt, also lange Zeit gebraucht wird, so verliert er nicht nur die Politur, sondern runden sich auch allmälig die Ränder der vertieften Gravirung ab, und fallen alsdann die Umrisse des Gepräges stumpf und undeutlich aus. Will man nun sparsam sein, so schleift man, um dem Uebel abzuhelfen, die ganze Fläche der Stempel ein wenig ab (was nie in geraden Zügen, sondern stets — wie auch das Poliren — auf der Drehbank geschehen sollte). Doch wird hierdurch das Gepräge seicht und besonders an den niedrigen Theilen in der Nähe der Umrisse auffallend flach, sodaß man die mit abgeschliffenen Stempeln geprägten Münzstücke meist leicht erkennt. — In der Londoner Münze wurden bei einer Gelegenheit mit 4 Paar Stempeln 2,150000 Platten geprägt, was für jedes Paar die ungeheure Zahl 537500 ergiebt. Im Durchschnitte soll man daselbst 50000 bis 60000 Stück auf ein Paar Stempel rechnen. Nach einer anderen Angabe werden bei 8 Prägwerken im Durchschnitte täglich 8 Paar Stempel unbrauchbar, also auf jede Maschine — welche des Tages 30000 bis 40000 Platten prägt — ein Paar. Im Königreich der Niederlande wurden zu den in 6 Jahren (1846–1851) geprägten 97½ Millionen Münzstücke verschiedener Sorten 10858 Prägstempel verbraucht, wonach auf jedes Paar Stempel durchschnittlich nur 18000 geprägte Stücke zu rechnen sind. In der Münze zu Darmstadt sind im Jahre 1859 ungefähr 600000 Stück Vereinsthaler mit 35 Stempeln geprägt worden, was durchschnittlich 34285 Platten auf ein Paar Stempel ergiebt. Nach Erfahrungen in Karlsruhe hat man dort durchschnittlich mit einem Paar Stempel geprägt:

von Kupfermünze	21 mm	im Durchmesser	26301	Stück
„ Silberscheidemünze	17 „	„ „	64188	„
„ „	20 „	„ „	40131	„
„ Silbermünze (0,900 fein) . .	24 „	„ „	31639	„
„ „ „ „	30 „	„ „	37768	„
„ „ „ „	41 „	„ „	32619	„

Nach Erfahrungen in der Dresdener Münze können folgende durchschnittliche Resultate hinsichtlich des Gewichtabganges und der quantitativen Leistungen bei der Fabrikation verschiedener Münzsorten mitgetheilt werden.

Sorten.	Feingehalt.	Durchmesser, Millimeter.	Gewicht eines Stückes, Gramm.	Gewicht: des Schmelzeinsatzes.	Gewicht: der gegossenen Zaine.	Gewicht: der geschnittenen schwarzen Platten.	Gewicht: der justirten Platten	Gewicht: der gebeizten Platten.	Gewicht: der geprägten guten Stücke.
Silber:									
2 Thaler	0,900	41	37,120	100,000	99,444	67,090	64,347	64,265	63,520
1 "	0,750	34	22,272	100,000	99,323	66,116	64,199	64,016	63,426
1/3 "	0,666	28	8,352	100,000	—	64,182	61,967	61,551	60,897
1/6 "	0,520	23	5,345	100,000	99,541	65,423	63,112	62,579	61,805
2 Neugr.	0,312	21	3,118	100,000	97,216	63,870	—	62,700	61,912
1 "	0,229	17	2,126	100,000	96,955	61,964	—	60,700	59,774
1/2 "	0,229	15	1,063	100,000	98,815	54,021	—	52,762	52,134
Kupfer:									
2 Pfennig	—	20	3,428	100,000	—	63,460	—	63,144	62,506
1 "	—	16	1,714	100,000	—	63,916	—	63,301	62,784

Die tägliche durchschnittliche Arbeitsleistung nach Stückzahl, durch die beigesetzte Anzahl Personen, war folgende:

Sorten.	Schneiden. Anzahl der Arbeiter.	Schneiden. Anzahl der Platten.	Justiren. Anzahl der Arbeiter.	Justiren. Anzahl der Platten.	Beizen. Anzahl der Arbeiter.	Beizen. Anzahl der Platten.	Rändeln. Anzahl der Arbeiter.	Rändeln. Anzahl der Platten.	Prägen auf dem Spindelprägwerk. Anzahl der Arbeiter.	Prägen auf dem Spindelprägwerk. Anzahl der Platten.	Prägen auf der Uhlhorn'schen Presse. Anzahl der Arbeiter.	Prägen auf der Uhlhorn'schen Presse. Anzahl der Platten.
2 Thaler	1	17010	1	600	2	11340	1	8190	8	17010	1	18 000
1 "	1	21000	1	1000	2	18900	1	11550	7	18900	1	20 000
1/3 "	1	21000	1	1100	2	33600	1	14000	5	18200	1	21000
1/6 "	1	21875	1	1200	2	43750	1	17500	4	17500	1	19000
2 Neugroschen	1	22500	—	—	2	67500	1	37500	4	22500	1	25000
1 "	1	24750	—	—	2	88000	1	44000	3	22000	1	25000
1/2 "	1	27500	—	—	2	154000	—	—	2	22000	1	25000
2 Pfennig	1	23863	—	—	2	92046	—	—	4	22727	1	25000
1 "	1	27272	—	—			—	—	3	22727	1	25000

Medaillen werden wie die Geldmünzen geprägt; doch erfordern sie in der Regel, wegen ihres viel höheren Gepräges, viel mehr als einen Stoß (wohl 10 bis 20 Stöße und darüber), machen deshalb die Anwendung des Schraubenprägwerkes, S. 561, nöthig, mit Ausschluß der Kniehebelmaschinen, und müssen nach jedem zweiten, dritten oder vierten Stoße ausgeglüht (und wieder abgebeizt) werden, um der fortgesetzten Bearbeitung zwischen den Stempeln gehörig nachzugeben. Ueber das sogenannte Vorschlagen oder Aufhämmern der Medaillen s. m. S. 369. — Das Prägen kupferner Medaillen wird sehr erleichtert, wenn man ihnen den ersten Stoß (der dann sehr wirksam ist) im rothglühenden Zustande giebt; sie werden hierauf durch

Ausglühen erweicht, mit einer Drahtbürste und Wasser blank gekratzt und bekommen die ferneren Stöße kalt. — In Frankreich werden Medaillen aus Bronze geprägt (die gewöhnlich sogenannten bronzenen Medaillen sind von reinem Kupfer und werden, bevor sie den letzten Prägstoß bekommen, bronzirt, S. 469). Am besten eignet sich eine Legirung von 100 Theilen Kupfer mit 5 bis 10 Th. Zinn (vergl. S. 53), woraus die Medaillen in Sandformen nach einem Modelle gegossen werden, sodaß die Prägung nur das Relief zu vollenden und völlig auszubilden hat. Aus der Form werden die Stücke noch heiß genommen und in Wasser abgelöscht, um sie weich zu machen (S. 52); dann giebt man ihnen drei Stöße in der Prägmaschine, glüht sie wieder, kühlt sie in Wasser ab. Mit Glühen, Ablöschen und Prägen wird in dieser Weise abwechselnd fortgefahren, bis das Gepräge vollendet ist. Gewöhnlich sind dazu im Ganzen 9 bis 12 Stöße der Prägstempel und 3 bis 4 Glühungen hinreichend. — Neuerlich verfertigt man viele Medaillen aus Zinn oder Britannia-Metall (S. 58), wozu die Platten vor dem Prägen galvanisch versilbert, und aus Zink, welche zuletzt galvanisch verkupfert und dann bronzirt werden; auch in diesen beiden Fällen werden, sofern das Gepräge ein beträchtliches Relief hat, die Stücke nach einem Modelle in Sandformen gegossen und mit 1 oder 2 Stößen des Prägwerkes nur vollendet (die Zinkmedaillen erwärmt man zum Prägen).

Ueber das Erkennen falscher Münzen[1]). — Falsche Münzen (fausse monnaie, *base coin*) sind entweder gegossen oder geprägt; die Erkennungs-Mittel zerfallen in allgemeine und in besondere, je nachdem sie überhaupt für alle falschen Münzen gelten, oder nur für eine jener beiden Klassen. — a) Allgemeine Erkennungs-Mittel; diese gründen sich auf die Beschaffenheit der Metallmasse, welche nach folgenden Eigenschaften beurtheilt werden kann: 1) Farbe, an abgeriebenen oder abgefeilten Stellen, da man sich nicht etwa durch versilberte oder vergoldete Oberflächen täuschen lassen darf; 2) Strich auf dem Probirsteine und Verhalten gegen Reagentien (S. 63, 64, 68); 3) Härte, beim Feilen oder beim Schneiden mit dem Messer; 4) Biegsamkeit, indem manche falsche Münzen spröde sind und beim Biegen brechen, andere hingegen außerordentlich leicht gebogen werden können, ohne einen Bruch zu bekommen; 5) Klang, wobei man indeß, wenn er fehlt, nicht ohne weitere Untersuchung die Münze für falsch halten darf, weil öfters Schiefer und unganze Stellen auch echte Münzen des Klanges berauben (vergl. S. 558); 6) Gewicht, welches bei allen falschen Münzen (die richtige Größe vorausgesetzt) zu gering ist, mit Ausnahme der durch Platin verfälschten Goldmünzen und etwa einiger aus stark bleihaltigen Mischungen gegossener falscher Silbermünzen. Die meisten falschen Silbermünzen sind so bedeutend zu leicht (um 3 bis 32 Prozent), daß man kaum in Gefahr kommen kann, ein echtes aber stark abgenutztes Stück seines Mindergewichtes wegen für falsch anzusehen; 7) Größe, besonders aber Dicke. Um das Vollgewicht bei zu geringem spezif. Gewichte herauszubringen, sind falsche Münzen zuweilen dicker gemacht als die echten. Wenn in einem Blechstreifchen ein Spalt ausgearbeitet ist, dessen Länge und Breite genau dem Durchmesser und der Dicke des echten Geldstückes entsprechen, und es findet sich, daß ein angezweifeltes Stück gleicher Art bei richtigem Gewichte ebenfalls genau in den Spalt paßt, so ist die Echtheit, im entgegengesetzten Falle die Unechtheit, schon höchst wahrscheinlich. Man muß dabei nur berücksichtigen, daß an ganz neuen echten Stücken das die Fläche umfassende Stäbchen (S. 553) öfters durch das Prägen im Ringe ungewöhnlich hoch aufgetrieben ist, wo dann die Münze dem unachtsamen Beurtheiler zu dick erscheint. — b) Besondere Erkennungs-Mittel gegossener falscher Münzen. Da zum Einformen für den Guß eine echte Münze als Modell dient, so giebt die Zeichnung und Stellung des Gepräges an sich kein Mittel zur Erkennung; jedoch bemerkt man als karakteristisch: 1) eine meist sehr auffallende Stumpfheit und ein gleichsam verwischtes Ansehen des Gepräges; 2) oft einen eigenthümlichen, wie fettartigen Glanz der ganzen Oberfläche; 3) eine Menge feiner, häufig nur wie schwarze Pünktchen erscheinender, Poren oder Grübchen, welche gegen das dichte Ansehen geprägter Münzen höchst auffallend kontrastiren; 4) den Mangel oder den unvollkommenen Zustand der Randverzierung, welche niemals durch den Guß entstehen kann; die meisten gegossenen Münzen

[1]) Die Kunst falsche Münzen zu erkennen. Von G. B. Loos. Berlin 1828. — Beitrag zur Technik des Münzwesens. Von K. Karmarsch. Hannover, 1856, S. 90—102.

sind so schlecht nachgeahmt, daß sie einen nur ganz roh befeilten Rand zeigen. — c) Besondere Erkennungs-Mittel geprägter falscher Münzen. Da diese durch dieselben Mittel verfertigt werden, wie die echten, so können sie möglicher Weise in technischer Hinsicht ebenso vollendet sein. Untersuchen muß man daher hauptsächlich, ob nicht beim Graviren der Prägstempel Abweichungen von dem Vorbilde stattgefunden haben; und glücklicherweise sind dergleichen äußerst schwer zu vermeiden. Man betrachte vergleichungsweise mit einem echten Münzstücke: 1) die Zeichnung des Gepräges, besonders in kleinen, weniger in die Augen fallenden Theilen, welche am leichtesten übersehen und vernachlässigt worden sein können; 2) den allgemeinen Karakter, die Größe und Form der Buchstaben und Ziffern in den Auf- und Umschriften, sowie anderer Theile des Gepräges, wobei prüfendes Nachmessen größerer Abstände mit einem feinen Zirkel oft sehr dienlich ist; 3) die gegenseitige Entfernung der Buchstaben, ihre Stellung an sich und gegen benachbarte Theile des übrigen Gepräges; 4) das Ansehen des Randes und der darauf befindlichen Schrift oder Verzierung. Wenn, wie es zuweilen vorkommt, dünne mit dem Gepräge versehene, Platten einer echten Münze entnommen und auf eine Scheibe von Kupfer, Neusilber, Blei 2c. aufgelöthet sind, so kann meist das Ansehen nicht, sondern nur das Gewicht und etwa der Klang, zusammen mit einer genauen Untersuchung der Randfläche, die Fälschung verrathen. — Schließlich ist zu bemerken, daß man zu genauerer Besichtigung stets die Lupe gebrauchen muß und sich zu einem Urtheile über Echtheit oder Falschheit einer Münze erst dann mit voller Sicherheit berechtigt halten darf, wenn mehr als ein Kennzeichen unzweifelhaft ein übereinstimmendes Resultat ergiebt und kein anderes Merkmal damit in bestimmtem Widerspruche ist. Im Besonderen hüte man sich, eine Münze wegen vorhandener Prägefehler (S. 564) ohne Weiteres zu verdächtigen.

XVII. Kleiderknöpfe (boutons, *buttons*) [1].

Die Knopffabrikation begreift, insofern von Metallknöpfen die Rede ist, die Verfertigung: 1) der gegossenen Knöpfe, 2) der Blechknöpfe.

1) **Gegossene Knöpfe** (boutons moulés). — Sie bestehen theils aus weichem leichtflüssigen Metalle (mit Blei, auch Antimon, oder mit etwas Kupfer und wenig Antimon versetztem Zinn), theils aus harten, schwerer schmelzbaren Mischungen (Messing, Tombak 2c., vergl. S. 42, 46). Die Knöpfe der ersten Art werden in messingenen oder eisernen Formen gegossen (S. 129), in deren Höhlung eine gravirte oder guillochirte Platte eingelegt ist, wenn die Knöpfe verziert ausfallen sollen. Bei einigen werden die Oehre mit gegossen, bei anderen aus Draht gemacht und nach dem Guſſe angelöthet. Die stark konvexen (halbkugelförmigen) Zinnknöpfe sind hohl und bestehen aus einem schalenförmigen Oberboden und einem flachen Unterboden, welche man abgesondert gießt und zusammenlöthet, worauf der Rand beschnitten und der Knopf auf der Drehbank abgedreht wird. Plattirte Zinnknöpfe heißen solche, welche mit einem feinen Blättchen geschlagenen Silbers (S 166) überzogen sind. Man legt das Blattsilber in die Gießform, wo es sich fest an das nachher eingegossene Zinn anhängt. — Knöpfe aus gelben oder weißen schwerflüssigen Metallmischungen werden in Sandformen gegossen, dann abgedreht, öfters auch gerändelt oder mit Punzen verziert, kalt oder auf nassem Wege vergoldet (S. 454, 455) oder versilbert (S. 461, 462), oder mit Zinn weißgesotten (S. 441). Die Oehre bestehen entweder aus der Metallmasse des Knopfes selbst und werden als Läppchen mit daran gegossen, welche man nachher durchbohrt; oder sie sind von Eisendraht mit einem einfachen kammähnlichen Werkzeuge gebogen, und man legt sie beim Einformen dergestalt in den Sand, daß ihre Enden von dem eingegossenen Metalle umflossen, also in demselben befestigt werden.

2) **Blech-Knöpfe** sind von zweierlei Art: massive und hohle. Erstere bestehen aus einer einfachen Metallscheibe mit daran befindlichem Oehre (oder in dessen Er-

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 400; XXIV. 43. — Die Knopffabrikation. Von R. Isensee. Weimar 1862. (255. Bd. des Neuen Schauplatzes).



mangelung mit drei, vier kleinen Löchern zum Annähen); die Hohlknöpfe sind aus zwei am Rande mit einander verbundenen Scheiben zusammengesetzt, von welchen die obere (der Oberboden, die Oberplatte) mehr oder weniger konvex, die untere, mit dem Oehre versehene (Unterboden, Unterplatte) fast oder völlig flach ist.

a) Massive Blechknöpfe (boutons découpés) sind meist flach. Die Platten zu denselben werden aus Streifen (Zainen) von Kupfer-, Messing- oder Tombakblech mittelst des Durchschnittes gleich den Münzplatten (S. 556) geschnitten, dann in der Roulirbank durch Rollen zwischen zwei rund ausgefurchten Eisen von dem beim Ausschneiden entstandenen Grathe befreit und am Rande abgerundet.

Die Roulirbank besteht aus einem bankförmigen Gestelle, auf welchem sich zwei senkrechte von oben her gabelförmig eingeschnittene Stützen in einiger Entfernung von einander erheben. In den Einschnitten dieser Stützen wird von einem Arbeiter mit der Hand ein durch Blei beschwerter Balken horizontal hin und her gezogen, welcher auf zwei in jenen Einschnitten befindlichen Rollen läuft. Auf der oberen Fläche der Bank steht eine stählerne Schiene, deren Kante mit einer Längenfurche versehen ist; eine zweite solche Schiene ist auf der unteren Fläche des beweglichen Balkens angebracht. Die Furchen in den Schienen stehen einander gegenüber und sind gerade so breit, daß eine Knopfplatte hineingestellt werden kann. Durch die Bewegung des Balkens wird jede Knopfplatte ein oder zwei Mal zwischen den Schienen hin und her gerollt, was zum Niederdrücken des Grathes hinreicht. Die ganze Verrichtung hat, wie man sieht, die größte Aehnlichkeit mit dem Rändeln der Münzen (S. 560); und in der That kann ein Rändelwerk mit glatt ausgefurchten Eisen die Stelle der Roulirbank vertreten.

Die roulirten Platten werden im Fallwerke oder unter einem Prägstocke zwischen zwei stählernen Stempeln geprägt. Der eine Stempel ist glatt oder mit Gravirung versehen, je nachdem die obere Seite der Knöpfe glatt oder verziert sein soll; der andere erzeugt auf der unteren Fläche der Platten die Aufschrift (Fabrik-Firma &c.) und im Mittelpunkte eine kleine seichte Vertiefung, worein nachher das Oehr gesetzt wird.

Die Oehre (queue, attache, *shank*) sind gewöhnlich von Kupfer-, auch wohl von Tombak- oder Messingdraht (dem man zweckmäßig statt des runden einen ovalen Querschnitt giebt), und werden mittelst einer kleinen Maschine verfertigt, die ein Arbeiter durch Drehen einer Kurbel in Bewegung setzt[1]). Ein Ring Draht ist neben dieser Maschine auf einen Haspel gelegt, von wo der Anfang des Drahtes zwischen zwei schmale stählerne Walzen geleitet wird. Diese führen ihn in horizontaler Richtung zwischen sich durch und vor eine Rinne, in welche er von einem zylindrischen stählernen Zapfen oder Dorne wie in ein Gesenk hineingebogen wird, nachdem ein Messer ihn in der zu einem Oehre erforderlichen Länge abgeschnitten hat. Der Draht hat in diesem Augenblicke die Gestalt eines U mit halbkreisförmiger Biegung am mittleren Theile. Die beiden geraden Schenkel werden hierauf durch zwei einander sich nähernde Backen zusammengepreßt, wodurch das Oehr um den Dorn sich schließt und denselben ganz umgiebt. Während noch die Backen das Oehr festhalten, schneidet ein von unten kommendes Messer die Enden desselben gerade und gleich lang ab; und endlich streift eine Gabel, nachdem die Backen sich wieder geöffnet haben, das Oehr von dem Dorne herab, welches in eine unterhalb befindliche Schieblade fällt. In dem Augenblicke, wo der durch die Walzen eingeführte Draht abgeschnitten wurde und die Biegung desselben begann, wurde die obere Walze durch eine geringe Hebung von der unteren entfernt; daher stand der Draht still: und er fängt erst wieder an, in der Maschine vorwärts zu gehen, wenn die obere Walze wieder mit der unteren in Berührung kommt, was gerade im Augenblicke der Vollendung eines Oehres der Fall ist. Die schon beschriebenen Vorgänge wiederholen sich nun mit einem neuen Stücke des Drahtes, aus dem abermals ein Oehr gebildet wird. Jede Umdrehung der Kurbel erzeugt ein Oehr, und da die Maschine leicht so eingerichtet werden kann, daß sie doppelt wirkt, so erhält man in jeder Minute mit 75 bis 80 Umdrehungen 150 bis 160 (in der Stunde mindestens 9000) Oehre.

---

[1]) Unvollkommene Skizze: Polyt. Journ., Bd. 69, S. 22.

Wo keine solche Oehrmaschine zu Gebote steht, muß man sich einfacherer aber weniger schnell wirkender Hülfsmittel bedienen, von welchen das folgende eins der besten ist: Man windet den zu den Oehren bestimmten Tombakdraht in einer Schraubenlinie mit dicht aneinandergeschlossenen Gängen um einen eisernen oder stählernen flachen Stab (Dorn) von etwa 220 bis 250 mm Länge, 10 mm Breite, 4 mm Dicke, der auf den langen schmalen Seiten halbzylindrisch abgerundet ist, und erhält auf diese Weise eine 220 bis 230 mm lange Röhre, welche vom Dorne abgezogen wird. Durch das Innere dieser Röhre steckt man sodann zwei Eisendrähte von 270 mm Länge, 3 mm Dicke, welche durch zwei an ihren Enden aufgeschobene Messingklötzchen parallel zu einander, in einem lichten Abstande von 6 mm vereinigt und festgehalten werden. Dann hämmert und preßt man in den Zwischenraum der beiden Drähte die Windungen von beiden Seiten dergestalt hinein, daß sie sich innerlich berühren, und schneidet hier das Ganze der Länge nach in zwei Theile durch. Das erwähnte Einpressen und Durchschneiden geschieht mittelst eigenthümlich gestalteter Stempel in einer Schraubenpresse. Jeder Theil bildet nun eine Reihe auf einem Drahte steckender Oehre, deren Schnitt-Enden man hierauf mittelst einer Zange so zurecht biegt, daß sie aus der Schraubenlinie in eine gemeinschaftliche Ebene versetzt werden. Zuletzt feilt man diese Enden (unter Einspannung des mit Oehren besetzten Drahtes in einer zweckmäßig beschaffenen Kluppe) flach ab, denn jedes einzelne Oehr muß eine so ebene Fußfläche haben, daß es frei hingestellt gut und aufrecht steht.

Die Befestigung der Oehre auf den Knopfplatten geschieht durch Löthen mit Messing-Schlagloth. Man stellt auf jede Platte ein Oehr in die kleine, im Mittelpunkte angebrachte Vertiefung (S. 570), welche dazu dient, den richtigen Platz für das Oehr zu bestimmen und das Loth zusammen zu halten, klemmt Oehr und Platte durch eine kleine Klammer von starkem Eisendrahte zusammen, deren plattgeschlagene Enden man in Lehmbrei taucht, damit sie nicht abgleiten (das Aufklammern), giebt an den Fuß des Oehres ein wenig Loth, welches mit Borax und Wasser angemacht ist (S. 398), setzt eine Anzahl Knöpfe auf ein Eisenblech und bringt sie so in den Löthofen, wo sie bis zum Schmelzen des Lothes erhitzt werden. Dieser Ofen ist entweder als Flammofen konstruirt oder so eingerichtet, daß die Erhitzung von unten durch — auf einem Roste brennendes — Kohlenfeuer stattfindet.

Nach dem Löthen werden die Knöpfe in verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure abgebeizt und im Feuer vergoldet (selten versilbert), wobei man das Abrauchen in einer Pfanne vornimmt (S. 451). Die glatten Knöpfe, welche einen hohen Glanz erhalten müssen, werden zwischen polirten stählernen Stempeln im Fallwerke glatt gepreßt (wobei der Unterstempel eine Vertiefung für das Oehr enthalten muß), und zuletzt mit dem in Bier getauchten Blutsteine auf der Drehbank polirt. Zu dem letzten Behufe wird an der Drehbankspindel ein hölzernes Futter vorgeschraubt, welches auf seiner vorderen Fläche eine seichte kreisförmige Vertiefung für die Knopfplatte und im Mittelpunkte ein Loch zur Aufnahme des Oehres besitzt. Der Arbeiter legt den Knopf erst mit der einen, dann mit der anderen Fläche in die Vertiefung, hält ihn hier mit den Fingern der linken Hand und drückt mit der rechten den Blutstein an.

Irisknöpfe. Unter diesem Namen waren eine Zeit lang vergoldete flache Knöpfe im Handel, welche prachtvolle Regenbogenfarben zeigten. Diese sehr schöne aber durchaus nicht dauerhafte (bei geringer Abnutzung verschwindende) Verzierung wurde dadurch erzeugt, daß man zu allererst die Knöpfe mit einem glatten fein polirten stählernen Stempel prägte, dessen Fläche in lauter kleine Dreiecke getheilt war und in diesen eine äußerst feine, nach verschiedenen Richtungen gelegte, mittelst einer Maschine [1]) und einer Diamantspitze verfertigte Schraffirung enthielt. Diese Schraffirung druckte sich ungeachtet ihrer Zartheit vollständig auf der Knopffläche ab und bewirkte das Farbenspiel. —

Runde, (d. h. nach Form eines niedrigen Kugelsegmentes gestaltete) Knöpfe werden wie die flachen verfertigt, nur daß man die Blechscheiben vor dem Anlöthen der Oehre zwischen Stanze und Stempel, unter dem Fallwerk oder dem Prägstocke, seicht schalenartig auftieft. —

Die Methode, aus dicken Metallscheibchen Knöpfe in der Art zu prägen, daß das

---

[1]) Brevets, XXI. 80.

Oehr mit der Platte zugleich und aus Einem Ganzen sich bildet [1]), ist als ein interessanter Versuch zu erwähnen.

Massive Blechknöpfe ohne Oehr (wie die Hosenträgerknöpfe, Beinkleiderknöpfe, *brace buttons*) [2]) sind runde aus Blech geschnittene Scheiben, welche man mittelst eines Durchschnittes auf einen einzigen Stoß mit den zum Annähen dienenden vier Löchern versieht, hierauf durch Prägen zwischen zwei Stempeln sowohl mit der Fabrikaufschrift ausstattet als in der Mitte schälchenartig austieft (damit der durchlöcherte Theil unterhalb eine Hervorragung bildet). Sie werden gelbgebrannt, wohl auch (vor dem Prägen) auf nassem Wege versilbert, aber nicht polirt.

b) Hohle Blechknöpfe (boutons à coquille, *shell buttons*). Dazu gehören die mit Wappen, Nummern, Buchstaben ꝛc. geprägten Militair- und Livree-Knöpfe, ferner die in neuerer Zeit sehr gebräuchlichen, in der Regel mit verschiedenartigen Relief-Mustern verzierten (selten ganz glatten) Modeknöpfe von rundlich erhabener Gestalt, und verschiedene Arten Beinkleiderknöpfe.

Bei den Militair-Knöpfen und Livree-Knöpfen ist der hohle Raum zwischen dem konvexen Oberboden (coquille, *shell*) und dem flachen Unterboden (culot, *back*) mit einem Kitt aus Pech und Ziegelmehl ausgefüllt. Der Unterboden, an dem das Oehr sitzt, besteht aus Holz oder aus Metall. Die hölzernen Unterböden sind gedrechselte Scheiben mit einem Loche in der Mitte, durch welches man die Schenkel des Oehres durchschiebt, um sie hinterhalb mit dem Hammer umzuklopfen, wodurch das Oehr seine Befestigung erlangt. Die metallenen Unterböden werden mit dem Durchschnitte aus Blech geschnitten, durch Prägen mit der Aufschrift versehen und durch Löthen mit den Oehren vereinigt. Die schalenartigen Oberböden können, wenn sie nicht sehr tief sind, ihre Höhlung gleich beim Durchschneiden erhalten (wie die Knöpfe der Tapeziernägel, S. 491); sonst aber werden sie aus Blechscheibchen zwischen einem vertieften stählernen Oberstempel und einem konvexen kupfernen Unterstempel im Prägstocke hohlgeprägt und dann im Durchschnitte von dem überflüssigen Rande befreit. Man giebt die nöthige Menge geschmolzenen Kittes hinein, setzt den Unterboden darauf und bringt den ganzen Knopf unter einen anderen Prägstock, wo er (das Oehr nach oben) auf den Unterstempel gelegt wird und der herabgehende ausgehöhlte Oberstempel den Rand des Oberbodens über den Unterboden umlegt und andrückt, sodaß die Vereinigung ganz fest ist. Auf diese Weise verfährt man bei Knöpfen, welche glatt sind und nicht vergoldet werden. Die Oberböden zu den feineren und mit Wappen, Buchstaben ꝛc. verzierten Knöpfen werden wie die vorigen hohlgeprägt und beschnitten, dann aber vergoldet, im Prägstocke zwischen einem gravirten vertieften stählernen und einem konvexen kupfernen Stempel mit den Verzierungen versehen, mit Kitt gefüllt und mit dem metallenen Unterboden vereinigt. Um letzteren zu befestigen, bringt man den Knopf mit der Oehrseite auf ein hölzernes Futter in der Drehbank, setzt gegen die andere Fläche den Reitnagel an, vor dessen Spitze man ein mit Leder beleimtes Messingstück legt, damit der Knopf nicht beschädigt wird, und legt durch Anhalten eines Polirstahles den Rand des Oberbodens auf den Unterboden um.

Auf die soeben beschriebene Weise in der Drehbank, oder auf die oben angegebene Art unter dem Prägstocke, wurden sonst auch wohl gewöhnliche flache, aus Kupferblech verfertigte Knöpfe mit dünnen Blättchen von gold- oder silberplattirtem Kupfer überlegt, wobei dieser Ueberzug dicht und ohne Zwischenmittel (Kitt) an die Knopffläche sich anschließt. Ebenso macht man Hosenträgerknöpfe (s. oben) von Zinkblech und überkleidet sie auf der rechten (vertieften) Seite mit einem über den Rand nach der Rückseite herumgelegten sehr dünnen Messing- oder Argentanbleche.

Die jetzt meist, namentlich für Modeknöpfe, übliche Verfertigungsart weicht von der vorstehenden in mehreren Punkten ab: zuerst darin, daß man den Oberboden aus sehr dünnem gold- oder silberplattirtem Kupferbleche macht, wodurch die Ver-

---

[1]) Brevets 1844, T. 44, p. 128.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 89, S. 412.

goldung (oder Versilberung) wegfällt; ferner dadurch, daß dieser Oberboden — da er bei seiner geringen Stärke für sich nicht steif genug sein würde, um dem Eindrücken zu widerstehen — eine Einlage von Zinkblech erhält; endlich durch die Weglassung der Kittfüllung, an deren Stelle eine zwischen das Zink und den metallenen Unterboden eingebrachte — ein- oder mehrfache — Pappscheibe tritt. Manchmal wird die Papp-einlage weggelassen; dagegen muß bei kleinen Knöpfen nicht selten diese allein dem Oberboden zur Stütze dienen, während man sich die Zinkeinlage erspart; oder man läßt Pappe und Zink weg, muß aber dann den Oberboden aus so starkem Bleche bilden, daß er ohne alle innere Stütze gegen Eindrücken geschützt ist.

Näher angegeben ist der Gang der Fabrikation folgender: Zur Herstellung der Oberböden werden aus gold- oder silberplattirtem Kupferbleche von der Dicke eines Schreibpapierblattes kreisrunde Scheiben mittelst des Durchschnittes ausgeschnitten; diese dann zwischen Stempel und Stanze unter einem kleinen Prägstocke dergestalt aufgetieft, daß sie Schälchen mit etwa 3 mm hohem senkrecht emporstehendem Rande und auswärts gewölbtem Boden darstellen, und äußerlich mit dem Blutsteine in der Drehbank polirt, wozu man sie auf ein angemessen konvexes hölzernes Futter steckt. Die Zink-Einlagen werden aus Blech von Spielkarten-Dicke und in solcher Größe angefertigt, daß sie den Boden eines der erwähnten Schälchen bedecken; sie erhalten beim Ausschneiden selbst gleich die ihnen nöthige sanfte Wölbung, vermöge der konvexen Endfläche des Drückers in der Durchschneidmaschine. Man legt nun in jeden Oberboden eine solche Zinkscheibe und prägt beide mit einander unter einem Prägstocke, um durch eine gravirte stählerne Stanze und einen kupfernen Gegenstempel das beliebige Muster auf der Fläche hervorzubringen. Die Unterböden sind Scheiben von dünnem Tombakbleche, welche gleich den unter ihnen einzulegenden Pappscheiben im Durchschnitte verfertigt werden. Im Fallwerke wird auf jeden Unterboden die Fabrikfirma und im Mittelpunkte ein seichtes Grübchen zur Bezeichnung des Platzes für das Oehr aufgeprägt. Dann löthet man die Oehre an (S. 571), beizt die Unterböden ab, giebt ihnen durch Prägen eine nach der Oehrseite hervorragende sanfte Wölbung, versilbert sie auf nassem Wege (S. 462) und polirt sie auf der äußern (konvexen) Fläche in der Drehbank mittelst des Blutsteines, bis so nahe an das Oehr als möglich. Schließlich wird die Pappeinlage in den Oberboden (auf das schon darin befindliche Zinkblech) gebracht, der Unterboden darauf gesetzt und der aufstehende Rand des Oberbodens über den Umkreis des Unterbodens fest anschließend umgelegt, wozu man sich eines Prägstockes oder der Drehbank und des Polirstahles bedient (S. 572).

Die hohlen Beinkleiderknöpfe sind aus Ober- und Unterboden (von dünnem Tombakblech) zusammengesetzt, und haben statt des Oehres zum Annähen zwei längliche Löcher oder eine einzige größere kreisrunde (mittelst einer Barchenteinlage verschlossene) Oeffnung.

Den hohlen Blechknöpfen verwandt sind die (an Stelle der aus freier Hand übersponnenen Knöpfe, boutons jetés, und überzogenen Knöpfe, boutons cousus, getretenen) überzogenen Maschinen-Knöpfe (auch wohl Florentiner Knöpfe, boutons couverts, *covered buttons*) [1]), welche aus einer mit Tuch, Wollenstoff oder Seidenzeug überkleideten Blechscheibe bestehen und bei welchen man das Oehr öfters aus dem mittleren Theile des Unterbodens selbst bildet, sodaß dessen abgesonderte Verfertigung nebst dem Anlöthen erspart wird [2]); die aber noch häufiger gar kein Oehr haben, sondern mittelst eines aus ihrem Innern beutelförmig hervorstehenden Stückchens Baumwollzeug (queue flexible, *flexible shank*) angenäht werden. Hieran schließen sich ferner die Hemdknöpfe *(linen buttons)*, welche aus einem beiderseitig mit Leinwand oder Kattun überkleideten Blechscheibchen bestehen und in letzterem behufs des Annähens entweder zwei kleine offene Löcher oder ein größeres von der Leinwand bedecktes Mittelloch enthalten. Sparsamer verfertigt man dieselben aus einem Ringelchen von dünnem Weißblech, dessen umgekrempte Ränder den aus zwei Zeugscheiben gebildeten Ueberzug festhalten. Die

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 413; XXIV. 52. — Brevets, LV. 457; LXV. 50; LXVIII. 226; LXXX. 479. — Polyt. Journ., Bd. 27, S. 434; Bd. 53, S. 354; Bd. 57, S. 189; Bd. 69, S. 20; Bd. 71, S. 212; Bd. 88, S. 333; Bd. 96, S. 366; Bd. 98, S. 367. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 15.

[2]) Brevets, XLVI. 68.

Versuche, überzogene Knöpfe von Grund aus durch eine einzige selbstthätige Maschine zu verfertigen [1]), scheinen keinen praktischen Erfolg gehabt zu haben.

Zur Verpackung werden die mit Oehren versehenen Knöpfe jeder Art auf Karten von Pappe gereiht, welche mit Löchern zum Durchstecken der Oehre versehen sind. Um die Löcher in jenen Pappen hervorzubringen, dient eine Schraubenpresse, deren hölzerne Spindel auf eine mit abwärts gekehrten stählernen Spitzen besetzte Platte drückt. Die Unterlage, auf welche mehrere Blätter Pappe über einander gelegt werden, ist mit Löchern versehen, in welche die spitzigen Stifte eintreten können, nachdem sie beim Herabschrauben der Preßspindel die Pappe durchstochen haben.

XVIII. Schlösser (serrures, *locks*) [2]).

Im Allgemeinen enthält jedes Schloß einen Riegel (pène, *bolt*), der mittelst eines Schlüssels (clef, *key*) in Bewegung gesetzt wird, um auf die bekannte Weise die Verschließung zu bewirken. Das Ende des Riegels, welches durch sein Hervortreten die Schließung unmittelbar verrichtet, heißt der Kopf (tête, *head*) und ist bald einfach, bald zwei- oder dreifach gespalten; die übrige Länge des Riegels wird dessen Schaft (queue, *lath*) genannt. An dem Schlüssel unterscheidet man: den Ring oder die Raute, anneau, *hand*; den Schaft, bout, oder das Rohr, canon (welcher letztere Name eigentlich nur bei hohlen Schlüsseln richtig angewendet ist, aber von den Schlossern ohne Unterschied auch dann gebraucht zu werden pflegt, wenn der Theil massiv — ungebohrt ist); und den Bart, paneton, *bit*. Gewöhnlich ist unter dem Ringe eine aus etlichen Reifen bestehende Verzierung angebracht, welche das Gesenk heißt, und oft zugleich den Punkt angiebt, bis zu welchem der Schlüssel in das Schloß hineingeschoben werden muß. Indem der Schlüssel durch das Schlüsselloch (entrée, *key-hole*) eingesteckt und dann umgedreht wird, greift der Bart an einen am Riegel befindlichen Zahn, Angriff (barbe, *toe, bolt toe*) oder in einen breiten Einschnitt des Riegels, und bewirkt hierdurch dessen Schiebung. Man nennt jede Umdrehung des Schlüssels eine Tour (tour) und benennt die Schlösser nach der Zahl von Touren, welche gemacht werden müssen, um die Bewegung des Riegels zu vollenden — eintouriges (serrure à un tour), zweitouriges Schloß (serrure à deux tours,

---

[1]) Brevets, L. 138. — Polyt. Journ., Bd. 34, S. 8; Bd. 39, S. 173.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XII. Artikel: Schlösser. — Abbildungen von Schlosserwaren, oder neuestes Schlosserbuch, von Th. Hölzel, Prag 1827—1832. — H. Rößler, Vorlegeblätter für Handwerkszeichenschulen, 6. Heft: Die Arbeiten des Schlossers, Lief. 1—4; fortgesetzt von F. Fink, Lief. 5, 6. Darmstadt. — Sammlung praktisch ausgeführter Thüren-Schlösser. Von Fr. Schörg. Uttweil. — Sammlung von praktisch ausgeführten Bramah-Schlössern. Uttweil. — Sammlung neuester Konstruktions-Schlösser. Von Fr. Vogt. 3 Hefte, Stuttgart. — Sammlung von praktisch ausgeführten Bramah-Schlössern. Von Fr. Vogt. 2 Hefte, Stuttgart. — Die verbesserten Kombinations- oder Sicherheits-Schlösser. Von St. Theiner. Weimar 1863. (Bd. 165 des Neuen Schauplatzes). — Zipper, theoretisch-praktische Anweisung zu Schlosserarbeiten, 2 Bde. Neue Aufl. Augsburg 1822. — Art du Serrurier, par M. Hoyau. Paris 1826. — Vollständige Mustersammlung aller Arten von ausgezeichneten Schlössern. Von E. O. Schmidt und J. W. Gerbing. Meißen. — Nouveau manuel théorique et pratique du Serrurier, par de Grandpré, Paris 1837. — Der Schlossermeister. Von Chr. H. Schmidt. Weimar 1839. (50. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Grundriß der Schlosserkunst. Von J. König. Weimar 1848. (168. Bd. des N. Schaupl.). — Darstellung der schönen Schlosser-Profession. Von A. und F. Nägele. Heilbronn. — Die Schule des Bauschlossers. Von F. Fink. Leipzig 1859. — Die Fabrikation der feuer- und diebessicheren Geld- und Dokumentenschränke. Nach Price von Wieck. Leipzig 1859. — Atlas III., Taf. 42—45. — Jahrbücher, I. 299, 314; III. 466, 468; IV. 588; V. 22, 370; VI. 1; VII. 305; IX. 140, 391; X. 32; XI. 290; XII. 130; XVI. 74. — Polyt. Journ., Polyt. Centr. u. a. Zeitschriften an sehr vielen Orten.

serrure à double tour). Mehr als eine Tour wird dadurch oft nothwendig, daß der Zweck und die Rücksicht auf das Schwinden des zu den Thüren verwendeten Holzes ein weites Hervortreten des Riegels erfordert, was beim eintourigen Schlosse nur durch eine unbequeme Länge des Bartes erreicht werden könnte. Wenn die letzte Tour vollbracht ist, so kann eine fernere Umdrehung des Schlüssels in der nämlichen Richtung nicht stattfinden, weil der Bart an dem Riegel ein Hinderniß findet. Versucht man gleichwohl aus Versehen die Bewegung mit Gewalt fortzusetzen, so kann der Bart sich verbiegen oder abbrechen. Gegen diesen Unfall giebt es ein Vorbeugungs-Mittel in den sogenannten fliegenden Angriffen, welche als besondere Stücke verfertigt und dann so auf dem Riegel angebracht sind, daß sie dem Drucke des Schlüsselbartes in der einen Richtung nachgeben, ihm ausweichen und nach dessen Vorübergehen vermöge einer Feder wieder zurückschnappen; wogegen sie, wenn der Bart von der anderen Seite herankommt, sich demselben steif in den Weg stellen und also die Schiebung des Riegels veranlassen. — Damit der Schlüssel beim Gebrauch nicht schwanke, bringt man, wenn dessen Schaft massiv ist (bénarde, serrure bénarde), ein Rohr (canon) an, worin sich derselbe dreht; bei Schlössern mit Rohrschlüsseln (serrure à broche, serrure tréfilière, serrure treflière, serrure trefière) dagegen muß im Schlüsselloch ein eiserner Stift (Dorn, broche, *pin*) stehen, auf den mit sehr geringem Spielraume die Höhlung des Schlüsselrohres paßt.

Diejenigen Schlösser, welche sichtbar und hervorragend auf der Fläche der zu verschließenden Thür 2c. mittelst Schrauben befestigt (angeschlagen) werden, — sogenannte Kastenschlösser (serrure à palâtre, *rim lock, case lock*) oder angeschlagene Schlösser (serrure à bosse, serrure en bosse) — sind von einem Kasten, Schloßkasten (boite, palastre, palâtre, *case*) von Eisen oder Messing umgeben, den man aus Blech zusammensetzt, nur bei großen Schlössern aus Eisen schmiedet. Die Theile des Kastens sind: das Schloßblech (palâtre, platine, *main plate*); der Stulp (rebord) oder diejenige Seitenwand, durch deren Oeffnung der Riegelkopf heraustritt; der Umschweif (cloison, *rim*), oder die Einfassung rings um die übrigen Seiten, welche durch vernietete Stifte (Umschweifstifte, étoquiaux) oder durch Schrauben am Schloßbleche befestigt wird; der Schloßdeckel, die Deckplatte (converture, fond, *cover plate*), welche bald das ganze Schloß bedeckt, also von gleicher Größe mit dem Schloßbleche ist, bald nur die zunächst um das Schlüsselloch befindlichen Theile verhüllt (in diesem letzteren Falle: foncet). — Von den Kastenschlössern unterscheidet man die Einsteck-Schlösser (eingesteckten Schlösser, serrure à fourreau, *mortise lock*), welche so dünn oder niedrig sind, daß sie in eine Aushöhlung der Thür-Dicke eingeschoben und dadurch ganz verborgen werden können, übrigens aber nebst zwei gleich großen Platten oder Schloßblechen meist einen vollkommenen Umschweif und einen großen Stulp besitzen, welcher in Länge und Breite über das Schloß vorragt, da er zu dessen Befestigung an der Thür dienen muß. Kleine Schlösser an Schiebladen u. dgl. erhalten gewöhnlich nur ein Blech mit Stulp und kleiner Deckplatte, ohne Umschweif; man senkt sie in eine Vertiefung der Schiebladenwand dergestalt ein, daß das Schloßblech mit der Holzfläche eben ist, aber sichtbar frei liegt (eingelassene Schlösser, Einlaß-Schlösser, *flush lock*).

Der Riegel bedarf, außer dem Loch in dem Stulp, noch eines zweiten Unterstützungspunktes im Innern des Schlosses: diesen findet er entweder in einem auf dem Schloßbleche angenieteten klammerartigen Stücke (der sogenannten Studel, picolet); oder man giebt dem Riegel einen langen Einschnitt (Schlitz), mit welchem er auf einem vom Schloßbleche hervorstehenden und daran festgenieteten Stifte (tenon) läuft. Im letzteren Falle wird eine sogenannte Schleppfeder zwischen die Deckplatte und den Riegel gelegt, damit letzterer sich nicht von dem Schloßbleche wegheben kann. Wenn diese Feder nicht stark genug ist, so fliegt bei sehr rascher Umdrehung des Schlüssels der Riegel zu weit in seinem Wege fort (was man überschießen oder überwerfen nennt) und kommt in eine Stellung, wo der Bart den nächsten Angriff nicht gehörig fassen kann, wodurch also der Riegel unbeweglich wird. Aus diesem Grunde ist eine Schleppfeder auch dann zweckmäßig, wenn der Riegel in einer Studel geht. — Der neben dem Schlosse einer Thür, an dem Thürstocke, angebrachte unbewegliche Theil, in welchen der Riegelkopf einzutreten

bestimmt ist, besteht bei geringen Schlössern in einem eisernen **Schließkloben** (gâche, *staple*), der den Kopf des Riegels sehen läßt, oder in einem geschlossenen Gehäuse, **Schließkappe** (gâche, *box-staple*). Bei Flügelthüren mit eingesteckten Schlössern tritt der Riegelkopf in eine Vertiefung des entgegengesetzten Flügels ein, an welchem nur eine durchbrochene Eisen- oder Messingplatte (**Schließblech**, *striking plate*) angebracht ist; dieselbe Einrichtung findet sich bei Schiebladen, wo das Schließblech auf der Unterseite des Tischblattes ꝛc. angeschraubt wird.

Nach der Art, wie der Riegel in seiner Verschließung bewirkenden Stellung erhalten wird, theilt man die Schlösser in deutsche, französische und Bastard-Schlösser ein.

Das **deutsche Schloß** (**Halbtour-Schloß**, serrure à ressort, bec de canne, demi-tour) hat das Eigenthümliche, daß auf den Riegel eine Feder drückt, welche denselben beständig vorwärts zu treiben und also die Verschließung zu bewirken strebt. Der Schlüssel, welcher bei seinem Gebrauche jene Feder zu überwinden hat, wird nie ganz herum, sondern nur etwa zu fünf Achtel einer Tour, gedreht, und muß denselben Theil der Umdrehung **rückwärts** machen, wenn man ihn wieder herausziehen will. Der **deutsche Riegel** (pêne coulant) muß demnach, damit das Schloß offen bleibe, mit einem besonderen, mit der Hand zu bewegenden Schieber versehen sein, oder man muß den Schlüssel stecken lassen. Im vorgeschobenen Zustande hält nur die Feder ihn, sodaß es nicht die geringste Schwierigkeit hat, ihn zurückzutreiben und das Schloß zu öffnen, wenn es nur erst gelingt, mit einem Instrumente vor dem Riegelkopfe anzukommen.

Diese Eigenschaft macht das Schloß im Allgemeinen wenig sicher; rechnet man dazu noch die Unbequemlichkeit des Gebrauches, und den Umstand, daß der Riegel (weil er nicht zweitourig sein kann) nicht tief in den Schließkloben oder die Schließkappe eintritt: so ist es begreiflich, daß deutsche Schlösser jetzt selten mehr gefunden werden.

Das **französische Schloß** oder **Zuhaltungs-Schloß** (serrure à pêne dormant), welches das jetzt allgemein gebräuchliche und bald ein- bald zweitourig ist, enthält als karakteristischen Bestandtheil die **Zuhaltung** (arrêt, *tumbler*), d. h. ein Eisenstück, welches den Riegel in jeder Lage unbeweglich macht, welche er nach einer vollbrachten ganzen Umdrehung des Schlüssels besitzt, möge er übrigens ganz, zum Theil oder gar nicht vorgeschoben sein (**französischer Riegel**, pêne dormant). Die Zuhaltung bewegt sich um einen auf dem Schloßbleche stehenden Stift als Drehungspunkt, und ist mit einem hakenähnlichen Theile, **Zuhaltungshaken** (ergot), versehen, der in **Einschnitte** (encoches) des Riegelrandes einfällt, weil die **Zuhaltungsfeder** (ressort d'arrêt) ihn hineindrückt. Natürlich müssen so viele Einschnitte vorhanden sein, als es feste Stellungen für den Riegel giebt: nämlich 2 bei einem eintourigen Schlosse, 3 bei einem zweitourigen. Eine Fortsetzung der Zuhaltung ist der **Zuhaltungslappen** (levée), an den der Bart des in Umdrehung begriffenen Schlüssels stößt, um dadurch den Haken der Zuhaltung aus dem Riegel auszuheben, kurz bevor die Schiebung des letzteren anfängt; weil diese Schiebung nicht stattfinden kann, solange die Zuhaltung den Riegel hält. Eine Gewalt, welche das Schloß durch Zurückdrängen des Riegels öffnen will, muß also den Haken der Zuhaltung absprengen.

Oefters bringt man zu größerer Sicherheit noch eine zweite, etwas verschieden gebaute Zuhaltung an, welche aus einem am Riegel befindlichen, mit Einschnitten versehenen Stücke besteht, durch eine Feder auf einem unbeweglichen Stift niedergehalten, von dem Schlüssel aber gehoben wird (gâchette); in Deutschland ist jedoch diese Einrichtung wenig gebräuchlich. — In dem Augenblicke, wo der Schlüsselbart den Angriff verläßt, muß sogleich die Zuhaltung in den Riegel einfallen und ihn festhalten. Geschieht dies (in Folge ungenauer Bearbeitung) nicht, so kann der Riegel in jenem Momente durch einen auf seinen Kopf in der Längenrichtung wirkenden Druck zurückgeschoben werden, was ein wesentlicher Fehler ist. Man bezeichnet die angeführte nothwendige Eigenschaft eines Schlosses, indem man sagt, daß es **Tour halten** müsse, und erprobt sie dadurch, daß man, während der Umdrehung des Schlüssels, von vorn her mit den Fingern auf den Riegel drückt, welcher unter diesem Drucke nicht zurückweichen darf, nachdem die Tour des

Schlüssels vollendet ist. — Die sogenannte steigende Zuhaltung ist von der gewöhnlichen dadurch verschieden, daß sie nicht um einen Drehpunkt im Bogen, sondern auf einer Leitung in gerader Richtung (rechtwinklig gegen die Längenrichtung des Riegels) sich bewegt; man wendet sie, obwohl sie vollkommener ist, nur bei feinen Schlössern und überhaupt ziemlich selten an, da sie mehr Arbeit verursacht. — Manchmal fügt man bei französischen Riegeln zu einer oder zwei ganzen Touren noch die deutsche halbe Tour hinzu, wodurch die sogenannten Anderthalb-Tour-Schlösser (serrure à un tour et demi) und Dritthalb-Tour-Schlösser (serrure à deux tours et demi) entstehen. Wenn nämlich beim Oeffnen der Schlüssel wie gewöhnlich einen Umgang oder zwei Umgänge gemacht hat, so steht der Riegelkopf noch etwas über den Stulp hervor, und wird erst dann ganz zurückgezogen, wenn der Schlüssel noch ferner eine unvollständige Umdrehung — gleichwie bei einem deutschen Schlosse — macht. Es ist eine hierbei oft vorkommende Abänderung, daß nicht der Schlüssel, sondern ein zum Drehen eingerichteter Knopf die halbe Tour machen und dadurch das Schloß völlig öffnen muß.

Das Bastard-Schloß (an manchen Orten Schnippschnapp genannt) hat statt der beweglichen Zuhaltung des französischen Schlosses eine Art feststehender Zuhaltung, nämlich ein auf dem Schloßbleche festgenietetes Eisenstückchen, auf welchem der Riegel mit einem an ihm befindlichen Einschnitte liegt. Beim Oeffnen oder Zuschließen hebt der Schlüsselbart den Riegel über jenes Hinderniß der Bewegung weg, schiebt ihn, und läßt ihn dann wieder in seine normale Lage zurückgehen, wozu eine am Riegel angebrachte Feder wirkt. Diese unvollkommene, wegen der Art der Riegelbewegung sehr wandelbare Konstruktion wird meist nur bei eintourigen Schiebladen-Schlössern wegen ihrer Einfachheit angewendet.

Der Zweck bei dem Baue eines guten Schlosses muß sein, das Oeffnen desselben für jedes andere Werkzeug, als den dazu bestimmten Schlüssel, unmöglich zu machen. Die Erreichung dieses Zieles hat von jeher das Nachdenken der Sachverständigen vielseitig beschäftigt; und die in Folge dessen zum Vorscheine gekommenen, mehr oder weniger entsprechenden Sicherungsmittel sind unzählig. Ein sehr nahe liegender Gedanke ist es, den Eingang in das Schlüsselloch durch eine bestimmte Gestalt desselben, oder durch Anbringung gewisser Hindernisse in dessen Nähe derartig zu erschweren, daß womöglich kein Werkzeug, außer dem rechten Schlüssel, in das Innere des Schlosses gelangen kann. Drei verschiedene Vorkehrungen sind für diesen Zweck allgemein im Gebrauch, und werden bald einzeln, bald mit einander verbunden in Anwendung gesetzt: 1) gekröpfte oder geschweifte Schlüsselbärte; 2) geschweifte oder façonnirte Schlüsselrohre; 3) Eingerichte oder Besatzungen.

Die Kröpfung oder Schweifung des Schlüsselbartes kann sehr mannigfaltig sein und ist jedenfalls leicht genug herzustellen. Das Schlüsselloch erhält eine der Gestalt des Bartes angemessene Figur und läßt dann allerdings unmittelbar nur einen solchen Schlüssel hindurch, dessen Bart die gleiche Form und Größe hat.

Erhebliche Sicherheit gegen unbefugtes Oeffnen wird aber hierdurch nicht erreicht, weil das Schlüsselloch nicht nur meist sichtbar und zugänglich genug ist, um die Anfertigung eines falschen Schlüssels zu gestatten, sondern auch gewaltsamer Weise so erweitert werden kann, daß auch andere Sperrwerkzeuge Eingang finden. Um das Erkennen der Schweifung von außen und die Fertigung eines zum Nachmachen des Schlüssels dienlichen Abdruckes zu erschweren, kann man dem Schlüsselloche im auswendig angebrachten Schilde eine andere Gestalt geben als das Loch im Schloßbleche und der Bart selbst hat, natürlich jedoch so, daß letzterer durch das äußere Loch ebenfalls eingeht.

Wenn man den Schaft des Schlüssels hohl macht, sodaß er ein am Bart-Ende offenes Rohr darstellt, so entsteht der Rohrschlüssel (S. 575), der im Besonderen ein gebohrter Schlüssel heißt, wenn die Höhlung kreisförmig ist. Hierbei wird durch den im Schlüsselloche stehenden Dorn der Eingang für jeden Schlüssel, der nicht ebenfalls ein Rohr von gleicher Dimension hat, unmöglich gemacht, und selbst das Einbringen anderer Sperrwerkzeuge ist durch die Enge des Raumes erschwert. Vollkommener wird diesem Zwecke Genüge geleistet, wenn man entweder in das Schlüsselrohr noch ein zweites kleineres Rohr konzentrisch einsetzt und — dem Zwischenraume

beider Rohre entsprechend — den Dorn im Schlosse mit einem Rohre umgiebt (doppelter gebohrter Schlüssel); oder wenn man dem Schlüsselrohre und dem Dorne eine andere als die runde Gestalt (kreisförmigen Querschnitt) giebt. Die geschweiften Schlüsselrohre sind z. B. kleeblattförmig, rosenförmig, kreuzförmig, sternförmig, rautenförmig (Spießquader), dreieckig, schnecken- oder spiralförmig, ꝛc. (daher die Ausdrücke: Kleeblattschlüssel, Rosen-, Kreuz-, Stern-, Rauten- oder Spießquader-Schlüssel u. s. w.); und entsprechend ist der Dorn gestaltet, auf den der Schlüssel passen muß. Hierbei muß, begreiflicher Weise, der Dorn sich sammt dem Schlüssel drehen, und kann nicht, wie ein runder Dorn, fest im Schlosse stehen. Man giebt dem Schlüsselrohre äußerlich ebenfalls die geschweifte Gestalt und umgiebt den Dorn im Schlosse mit einem demgemäß geformten umgehenden (d. h. drehbaren) Rohre, welches zwischen seinem innern Umkreise und dem Dorne einen engen Zwischenraum läßt, in welchen eben nur das Schlüsselrohr eingeführt werden kann.

Hierdurch wird allerdings dem Zugange zum Riegel ein sehr wesentliches Hinderniß in den Weg gelegt; allein die geschweiften Rohre sammt den dazu gehörigen Nebentheilen machen durch ihre mühsame, besondere Werkzeuge erfordernde Herstellung die Schlösser kostspielig; außerdem ist eben wegen der nöthigen Werkzeuge, nicht leicht eine große Mannigfaltigkeit in die Schweifungen zu bringen, und sie wiederholen sich daher in der Anwendung sehr oft, wodurch ihr Werth als Sicherungsmittel sich vermindert; endlich ist am Schlosse von außen die Gestalt des Dornes sichtbar, was die Nachahmung des Schlüssels gestattet. Bei Schlössern, die von beiden Seiten zu schließen sind, lassen sich hohle Schlüssel nicht ohne viele Umstände, welche von der Anbringung des Dornes verursacht werden, benutzen.

Eingerichte, oder Besatzung (gardes, garnitures, *guards, wards)* nennt man kreisförmig gestaltete Bleche, welche im Innern des Schlosses, rund um das Schlüsselloch, angebracht sind und welche sich der Umdrehung des Schlüssels entgegensetzen, wenn nicht der Bart zweckmäßig gestellte Einschnitte enthält. Diese Einschnitte werden nach ihrer Stellung mit verschiedenen Namen bezeichnet. Ein langer Einschnitt rechtwinklig gegen das Schlüsselrohr, der den Bart in zwei gleiche Theile theilt, heißt der Mittelbruch (planche); von demselben gehen gewöhnlich nach oben und unten andere, verschiedentlich gestellte Einschnitte aus (pertuis). Einschnitte an den zwei mit dem Mittelbruche parallelen äußeren Rändern des Bartes heißen Reifen (rouets). Die für die Einschnitte gebräuchlichen Namen werden auch auf die ihnen entsprechenden Theile der Besatzung selbst angewendet. Man wird nach dem Gesagten leicht verstehen, was Mittelbruch-Besatzungen und Reif-Besatzungen sind; sehr oft kommen beide in Verbindung mit einander vor.

Die Eingerichte gewähren gegen einen ernstlichen und beharrlichen Versuch, das Schloß ohne den rechten Schlüssel zu öffnen, höchstens dann einige (und noch dazu sehr bedingte) Sicherheit, wenn sie sehr künstlich und zusammengesetzt sind. Dann aber vertheuern sie auch die Schlösser bedeutend, und die vielen Einschnitte schwächen den Schlüsselbart, sodaß er bei Anwendung einiger Gewalt bricht. Die gewöhnlich vorkommenden Besatzungen widerstehen den Hauptschlüsseln und dem Sperrzeuge, mit welchem Betrüger und Diebe oft wenigstens ebenso vertraut sind wie der kunsterfahrene Schlosser, durchaus nicht; es giebt außerdem Mittel, von den Eingerichten einen Abdruck zu nehmen, wonach ein passender Schlüssel verfertigt werden kann. Nicht selten kommt es vor, daß dem Schlüsselbarte — um für das Schloß Vertrauen zu gewinnen — viele und mancherlei Einschnitte gegeben sind, während das Schloß von dem entsprechenden Eingerichte nichts oder nur einige Theile enthält. Gegen diesen Betrug muß man sehr auf der Hut sein; man entdeckt ihn leicht dadurch, daß man alle Einschnitte des Schlüsselbartes mit Talg ausfüllt, dann das Schloß schließt und den Bart des wieder herausgezogenen Schlüssels besieht: wenn nichts an dem Eingerichte mangelt, müssen die Einschnitte sämmtlich von Talg gereinigt sein.

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, daß die allgemein gebräuchlichen und soeben angeführten Mittel keineswegs geeignet sind, einem Schlosse denjenigen Grad von Sicherheit zu verschaffen, den man für wichtige Verschließungen wünschen muß. Die Gefahren, welchen ein Schloß unterworfen sein kann, sind (abgesehen von

Entwendung und unbefugtem Gebrauch des Schlüssels) überhaupt folgende: 1) Aufbruch durch Gewalt; 2) Verfertigung eines Nachschlüssels (fausse clef, *false key*), wozu die Besichtigung des rechten Schlüssels oder selbst nur des Schlüsselloches, sowie ein Abdruck von dem einen oder andern, das Mittel bieten; 3) Oeffnung mittelst des Sperrzeuges, wozu der Hauptschlüssel (passe partout, *master key*) und der Dietrich oder Sperrhaken (rossignol, crochet, *pick-lock*) in seinen verschiedenen Formen gerechnet werden.

Gegen Gewalt kann nur eine hinlänglich feste Bauart der Schlösser sicher stellen, und sie ist auch bekanntlich in den meisten Fällen weniger zu fürchten, als heimliche Eröffnung mit Schlüssel oder schlüsselähnlichen Werkzeugen (*picking*). Schlössern, welche durch ihre Konstruktion auf möglichste Sicherung vor Gefahren dieser letzteren Art berechnet sind, hat man im Allgemeinen den Namen Sicherheits-Schlösser (serrures de sûreté, *safety-locks*)[1]) gegeben. Ihre Einrichtungen stützen sich auf mancherlei und zwar sehr verschiedene Grundsätze. Eine große Rolle spielen darunter, wiewohl mit Unrecht, 1) die sogenannten Vexiere (secrets) d. h. gewisse nur dem Eigenthümer bekannt sein sollende Vorrichtungen, ohne deren richtigen Gebrauch ein Schloß selbst mit dem dazu gehörigen Schlüssel nicht geöffnet werden kann; z. B. Vorgesperre, wo ein verschlossener Schlüsselloch-Deckel (cache-entrée) erst durch Verschiebung gewisser Theile entfernt werden muß, damit das Schlüsselloch sichtbar und zugänglich wird; Einrichtungen, wobei in der Handhabung des Schlüssels ein besonderer, dem Uneingeweihten verborgener Kunstgriff zu beobachten ist; rc. Alle Vexiere lassen keine allgemeine Anwendung zu und sind im Grunde von wenig Werth, theils weil ihre Lösung leicht verrathen oder durch Versuche ausfindig gemacht wird, theils weil sie meist nicht im Dunkel geöffnet werden können, theils endlich, weil sie oft in Unordnung gerathen und je künstlicher desto wandelbarer sind. — 2) Andere Vorgesperre bestehen in einer abgesonderten vor dem Schlüsselloche angebrachten Vorrichtung, welche mittelst eines eigenen kleinen Schlüssels geöffnet oder überhaupt beseitigt werden muß, damit das Schlüsselloch sichtbar und zugänglich wird[2]). — 3) Manchmal hat man völlig von den gewöhnlichen abweichende Konstruktionen des Schlosses versucht, wobei z. B. Schlüssel von ganz eigenthümlicher Gestalt angewendet wurden, die man wohl sogar durch einen besonderen Kunstgriff in das Schlüsselloch einführen mußte; u. dgl. Solche Erfindungen eignen sich nicht für allgemeinen Gebrauch, weil sie entweder zu komplizirt und dadurch theuer und gebrechlich sind; oder weil ihre Sicherheit auf ihrer Unbekanntheit beruht, und verschwindet, sobald viele Schlösser gleicher Art in Anwendung sind. — 4) Das einzige Prinzip, welches nach den bisherigen Erfahrungen und nach theoretischen Gründen zur Erlangung möglichst großer Sicherheit sich eignet, ist das der Kombinations-Schlösser (serrures à combinaison, *combination locks*). Das Wesentliche hierbei ist eine Anzahl von Bestandtheilen, welche, nach Art von Zuhaltungen wirkend, das Oeffnen des Schlosses verhindern und dasselbe erst dann gestatten, wenn sie alle in eine bestimmte (für jeden Theil verschiedene) Lage oder Stellung gebracht worden sind. Man nehme an, es seien a solche bewegliche Theile oder Zuhaltungen und die Zahl möglicher Stellungen für jede Zuhaltung sei $= n$, so drückt n^a die Anzahl der möglichen Gesammt-Stellungen aus, worunter nur eine einzige ist, bei welcher das Schloß sich öffnen läßt. Diese Zahl kann leicht sehr groß gemacht werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit, daß ein Unbefugter durch blindes Versuchen das Schloß öffnen könne, äußerst gering wird. — Es giebt Kombinations-Schlösser mit, und solche ohne Schlüssel: zu den ersteren gehören die Schlösser von Bramah (Bramah-Schloß, serrure à pompe), Strutt, Mallet,

---

[1]) Th. Hölzel, Die Kombinations- und Sicherheits-Schlösser. Neue Auflage. Prag 1835. (Eine Abtheilung des S. 574 angeführten Werkes).

[2]) Mittheilungen, Lief. 4 (1835), S. 224. — Polyt. Journ., Bd. 120, S. 188. — Kunst und Gewerbe-Blatt 1859, S. 730. — Polyt. Centr. 1859, S. 339.

Chubb (Chubb-Schloß), Crivelli, Cotterill[1]), Höller[2]), Winkler, Yale[3]) u. v. A.; von der zweiten Art ist das Malschloß, Buchstabenschloß (*puzzle lock*), welches in verschiedener Gestalt ausgeführt wird, meist als Vorlegeschloß (Ringschloß, cadenas à rouleaux, *ring-lock*), öfters auch als Thür- oder Schatullschloß mit bezifferten Scheiben (Scheibenschloß, serrure à rondelles).

Der Schlüssel des Bramah-Schlosses ist klein, enthält am Rande seines Rohres mehrere spaltförmige Einschnitte von verschiedener Tiefe und schiebt vermittelst derselben, wenn man ihn durch das Schlüsselloch hineindrückt, zarte hakenförmige Stahlplättchen zurecht, wodurch ein Zylinder freigemacht wird, dessen Umdrehung alsdann die Riegelbewegung erzeugt. Die Ausführung des Bramah-Schlosses geschieht oft unter Anbringung verschiedener Modifikationen in Einzelheiten[4]). Das Chubb-Schloß[5]) nähert sich im Baue mehr dem gewöhnlichen französischen Schlosse, hat aber 2 bis 6 und mehr Zuhaltungen (garnitures mobiles, gorges, *tumblers*), welche durch stufenartige Absätze des Schlüsselbartes in entsprechend verschiedenem Maße verschoben werden müssen, um den Riegel freizumachen. Ein besonderer Mechanismus (Entdecker oder Angeber, délateur, *detector* genannt) vereitelt und verräth jeden Versuch, das Schloß mit einem Nachschlüssel zu öffnen; derselbe Zweck wird durch eine andere einfachere Vorrichtung (Protektor, *protector*) erreicht: daher die Namen *detector-lock* und *protector-lock* für das mit einem dieser Apparate versehene Chubb-Schloß. Eine nähere Beschreibung dieser Schlösser würde ohne Zeichnungen nicht in einigem Grade verständlich gegeben werden können. Es mag daher nur bemerkt werden, daß die meisten Kombinations-Schlösser in der Anordnung der vorhandenen Zuhaltungen beliebige nachträgliche Veränderungen zulassen, vermöge welcher nachher eine ganz neue Stellung jener Bestandtheile zum Eröffnen des Schlosses erfordert wird. Bei den Schlössern mit Schlüsseln muß der veränderten Anordnung der Zuhaltungen gemäß auch der Schlüssel verändert werden, was man bei dem Chubb-Schlosse und seinen Verwandten ohne Anfertigung eines neuen Schlüssels dadurch erreichen kann, daß man schon ursprünglich den Bart aus mehreren, in beliebiger Ordnung zusammenzureihenden Stücken bildet. Durch eine besondere sehr scharfsinnig ausgedachte Einrichtung hat man sogar erreicht, daß die Veränderung des Schlüssels allein genügt und im Schlosse selbst kein Theil an einen andern Platz gebracht zu werden braucht. Die Kombinations-Schlösser von Robin[6]) und von Newell sind solcher Art.

Die Chubb'schen Sicherheitsschlösser sind durch Fenby[7]) in solcher Art abgeändert worden, daß der Schlüsselbart von dem Schlüsselschafte vollständig getrennt ausgeführt ist, wonach es möglich wird, jede Imitation des Bartes schon bei dem ersten Versuch des Oeffnens nach der Innenseite des Schlosses fallen zu lassen, also die Herstellung eines Nachschlüssels mit fast absoluter Sicherheit zu verhindern.

Arten der Schlösser nach ihrer Anbringung. Die Beschaffenheit derjenigen Räume oder Behältnisse, welche durch Schlösser versperrt werden müssen, bedingt in diesen letzteren mannigfache Verschiedenheiten, von welchen die vorzüglichsten hier anzudeuten sind:

1) **Thürschlösser.** Von beiden Seiten zu sperren; gewöhnlich zweitourige französische Schlösser. Ein Schloß, welches nur den mittelst des Schlüssels zu bewegenden Riegel (Schloßriegel, Schlußriegel) mit den unumgänglich dazu gehörigen Theilen enthält, wird Riegelschloß (*dead lock*) genannt. Die meisten Thürschlösser enthalten aber außerdem gewisse Nebenvorrichtungen, die zur Bequemlichkeit dienen; diese sind: die

---

1) Brevets 1844, T. 32, p. 50.
2) Mittheilungen 1861, S. 143. — Polyt. Centr. 1861, S. 1253.
3) Polyt. Journ., Bd. 175, S. 344. — Mittheilungen 1865, S. 125.
4) Brevets, T. 84, p. 157. — Mittheilungen 1859, S. 39, 65. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1859, S. 197. — Polyt. Centr. 1859, S. 296, 997. — Polyt. Journ., Bd. 151, S. 340; Bd. 153, S. 5.
5) Brevets 1844, T. 26, p. 210; T. 27, p. 176; T. 43, p. 103, 140. — Bulletin d'Encouragement 1830, p. 111; 1843, p. 544; 1858, p. 462. — Mittheilungen 1859, S. 39, 65; 1861, S. 285; 1864, S. 7. — Polyt. Journ., Bd. 151, S. 189, 340; Bd. 1153, S. 5; Bd. 174, S. 177. — Polyt. Centr. 1859, S. 296, 997; 1862, S. 718; 1864, S. 1217. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1859, S. 197.
6) Bulletin d'Encouragement 1837, p. 52. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 418.
7) Deutsch. Ind.-Ztg. 1866, S. 264.

Falle (*latch*) und der Nachtriegel (verrou, *night bolt*). Letzterer ist ein einfacher, zum Schieben mit der Hand eingerichteter Riegel, durch den man die Thür von innen verschließt und der von außen unzugänglich ist. Unter Falle versteht man die Vorrichtung, vermittelst welcher die Thür zugehalten wird, auch wenn sie nicht mittelst des Schloßriegels versperrt ist. Man unterscheidet hebende und schießende Fallen. Die hebende (loquet, Klinke) besteht oft nur aus einem winkelförmigen Eisen, welches sich um einen Stift dreht, und dessen horizontaler, durch eine Feder niedergehaltener Theil von oben her hinter einen hakenartigen Vorsprung des Schließklobens (S. 576) einfällt. Das andere Ende bildet den Drücker, mittelst dessen die Falle geöffnet wird. Diese Konstruktion findet man bekanntlich an Schlössern geringerer Art, und oft als selbstständige Verschließung, ohne Schloßriegel. Wenn man sich (was jedoch nicht eben häufig geschieht) der hebenden Falle bei feineren Schlössern bedient, so läßt man sie meist, mit Beseitigung des Drückers, durch eine Nuß und einen Drehknopf in Bewegung setzen, wie die schießende Falle (pêne coulant). Diese hat einen Riegel (Fallenriegel), der sich parallel mit dem Schloßriegel aus- und einschiebt, und in seinem Wesen mit einem deutschen Riegel (S. 576) völlig übereinstimmt, da er gleich diesem durch eine Feder stets vorgeschoben erhalten wird. Um ihn zurückzuziehen, dient ein mit zwei Lappen oder Bärten versehener Theil (die Nuß, tourniquet), welcher mittelst eines stangenförmigen Griffes oder eines Knopfes (Olive, Thürknopf, bouton) umgedreht wird. Zweilappig ist die Nuß, damit der Fallenriegel in Bewegung gesetzt werde, ohne Unterschied ob man rechts oder links umdrehe. Schlösser, welche nebst dem Schloßriegel die Falle enthalten, werden (im Gegensatze zu den Riegelschlössern (S. 580), Fallenschlösser, serrures à deux pênes, genannt. Flügelthüren versieht man öfters mit einem doppelten Schlosse: an dem einen Flügel mit dem gewöhnlichen Fallenschlosse, an dem andern mit einem sogenannten Basküleuschlosse, Zugriegelschlosse, von welchem aus mittelst eines Drehknopfes die zwei die Thür entlang gehenden Baskülenriegel (Zugriegel) in Bewegung gesetzt werden, um oben in die Thürverkleidung, unten in die Schwelle einzuschließen.

2) **Schrankschlösser.** Kleine ein-, auch zweitourige, nur von einer Seite zu sperrende, französische Schlösser. Sie enthalten oft, nebst dem horizontalen Schloßriegel, noch zwei Zugriegel oder Schubriegel, Baskülenriegel (bascules), welche senkrecht längs der Schrankthür hinauf und hinab sich erstrecken und oben und unten eingreifen, um die Festigkeit der Verschließung zu vermehren, sodaß hier in einem Schlosse verbunden erscheint, was bei Saal-Flügelthüren — wie eben erwähnt — auf zwei Schlösser vertheilt wird. Diese Riegel werden durch Hebel, Verzahnung oder mit Stiften versehene Scheiben von dem Schloßriegel aus bewegt, an welchem letzteren der Schlüssel allein unmittelbar angreift. Manchmal sind die Zugriegel allein, ohne Schloßriegel, vorhanden.

3) **Schiebladen-Schlösser** (*till-lock*). Eintourige französische oder Bastard-Schlösser (S. 577), die bekanntlich so angeschlagen werden, daß der Riegel in vertikaler Richtung sich bewegt. Die Sicherheit des Verschlusses wird sehr befördert, wenn man eine Vorrichtung anbringt, durch welche aus dem Kopfe des völlig vorgeschobenen Riegels an jeder Seite ein Haken hervortritt, wodurch der Riegel gleichsam die Gestalt eines T erlangt (Schnapperschloß).

4) **Kasten-** und **Schatullen-Schlösser** (*box lock, cash-box lock*). Zum Verschließen von Behältnissen, welche mit einem aufzuklappenden Deckel versehen sind. Gewöhnlich ist hierbei die Anordnung so getroffen, daß der Riegel an seinem oberen Rande ein Paar Haken (sogenannte Katzenköpfe) besitzt, welche in zwei am Deckel befindliche Oehre (auberons, daher das Schloß selbst serrure auberonnière) eintreten und dadurch die Verschließung bewirken. Bei kleinen Kästchen genügt ein Haken und ein Oehr. Bei großen Behältnissen der Art findet man wohl auch am Deckel einen starken eisernen Ring und im Schlosse eine Art Schere, deren senkrechte, oben hakenartige Schenkel von entgegengesetzten Seiten in den Ring eingreifen.

5) **Kassenschlösser, Geldkisten-Schlösser.** Auf der inneren Seite des Deckels angebracht, und so groß im Umfange, wie die Oeffnung der Kiste. Auf allen vier Seiten treten Riegel (im Ganzen 6 bis 18 oder noch mehr) hervor, welche unter den Rand der Kiste greifen und dadurch das Aufheben des Deckels unmöglich machen, so lange sie nicht alle gleichzeitig zurückgezogen sind. Das Schlüsselloch ist mitten auf der äußeren Seite des Deckels. Der Schlüssel schiebt einen Hauptriegel, von dem aus durch Hebel, Verzahnung ꝛc. die übrigen in Bewegung gesetzt werden. Der Hauptriegel hat jedenfalls seine

Zuhaltung; die einzelnen kleinen Riegel sind entweder französische (mit Zuhaltung) oder deutsche (bloß mit einer Feder). — Seit Einführung der feuersicheren Geld- und Dokumenten-Schränke mit Thüren werden größere Geldkisten mit Deckel, und also Schlösser der eben beschriebenen Art, kaum mehr angefertigt.

6) **Vorlegschlösser, Hängeschlösser** (cadenas, *pad-lock*). Der Riegel, welcher in das Loch des Bügels (anse, *shackle*) einfaßt, ist ein gewöhnlicher französischer, geradlinig zu bewegender (Jagdriegel); bei kleinen Schlössern jedoch, wo für die Bewegung eines solchen nicht genug Raum sein würde, giebt man dem Riegel die Gestalt einer um ihren Mittelpunkt sich drehenden Scheibe, welche einerseits mit der Zuhaltung, andererseits mit einem in den Bügel eintretenden Haken versehen wird (Radriegel).

Verfertigung der Schlösser. — Bei den meisten Theilen der gewöhnlichen Schlösser beschränken sich die Operationen, durch welche sie dargestellt werden, auf das Schmieden und Ausfeilen, wozu noch bei besserer Arbeit das Abschmirgeln kommt. Hierüber, sowie über die Verfertigung der Stücke, welche aus Blech bestehen, sind weitere Bemerkungen überflüssig. Angeführt muß nur werden, daß kleine, keiner fleißigen Ausarbeitung bedürftige Schlösser (an Schiebladen u. dgl.) fabrikmäßig und zum Theil mit Maschinen erzeugt werden. Man schneidet nämlich die Bleche und die Deckplatten, ja zuweilen selbst die Riegel, aus Eisenblech mittelst eines Durchschnittes, verfertigt auch die Zuhaltungen mit ihren Federn, und soviel möglich alle übrigen Theile, aus Blech: wodurch das Schmieden ganz oder fast ganz, das Feilen meist erspart und die Herstellung ungemein beschleunigt wird[1]). Freilich befriedigen solche Schlösser, wie sie im Handel gewöhnlich vorkommen, oft nicht einmal die mäßigsten Anforderungen hinsichtlich der Güte und Dauerhaftigkeit. Die Feilarbeit kann selbst bei besseren Schlössern durch nasses Abschleifen der geschmiedeten Bestandtheile auf großen (von Wasser oder Dampf getriebenen) Drehsteinen zu bedeutendem Theile ersetzt werden. Die Anwendung des adoucirten Eisengusses zu manchen Schloßbestandtheilen, namentlich Riegeln, Schlüsseln, — S. 98 — verdient Aufmerksamkeit.

Die Bearbeitung der Schlüssel, insbesondere für feine Schlösser, erfordert manche eigenthümliche Werkzeuge und Verfahrungsarten. Beim Schmieden eines Schlüssels wird die Eisenstange ausgestreckt, das Ende zur Bildung des Ringes flachgehämmert und an beiden Seiten auf der Amboskante angesetzt, dieser Lappen an den Ecken abgerundet, der Bart durch Ansetzen und durch Einhauen mit dem Schrotmeißel vorgebildet, der Ring mit einem runden Durchschlage gelocht, und über dem konischen (400^{mm} langen, an der Basis gegen 40^{mm} dicken) Schlüsseldorn zur gehörigen Gestalt ausgehämmert, endlich der Schlüssel von der Stange abgehauen. Der runde Schaft wird in einem zweitheiligen Gesenke bearbeitet, welches zugleich die Reifen unterhalb des Ringes (S. 574) hervorbringt; auch zur besseren Ausbildung des Bartes und des Ringes bedient man sich mit Nutzen der Gesenke, weil dadurch die Arbeit beim Feilen vermindert wird. Das Gesenk zum Barte enthält im Untertheile die Vertiefung für die halbe Dicke des Bartes und des daran grenzenden Theiles vom Schafte; die Höhlung des Obertheiles ist jener des Untertheiles gleich. Von ganz ähnlicher Beschaffenheit ist das Gesenk für den Ring. Wenn ein Fallwerk (S. 371) zu Gebote steht, kann der ganze Schlüssel auf ein Mal zwischen einem einzigen zweitheiligen Gesenke fertig geschlagen (geprägt) werden. Der Schlüssel wird sodann gefeilt und geschmirgelt. Um den Schaft zu schmirgeln, legt man denselben zwischen zwei im Schraubstocke zusammengepreßte, mit Oel und Schmirgel oder Hammerschlag versehene Holzstücke mit halbrunden Ausschnitten, und dreht ihn mittelst der Brustleier (S. 275) um, in welcher statt des Bohrers ein Sförmiger, durch den Ring des Schlüssels zu steckender Schlüsseldreher angebracht ist. — Rohrschlüssel werden geschmiedet und nachher gebohrt. An feinen Schlüsseln wird der Schaft oder das Rohr in der Drehbank abgedreht, geschmirgelt und mit Kalk oder Polirroth polirt.

[1]) Mittheilungen 1856, S. 26.

Viel Arbeit erfordern die geschweiften Schlüsselrohre. Um ein solches Rohr zu verfertigen, wird ein hinlänglich dicker, äußerlich noch nicht abgefeilter eiserner Zylinder (an welchem der Bart sitzt) in der Achse, seiner ganzen Länge nach, mit einem kleinen Loche durchbohrt; dann bildet man diese Bohrung durch Eintreiben gehärteter stählerner Dorne zu der beabsichtigten Form eines Kleeblattes, Kreuzes rc. aus. Die Dorne wirken durch Wegschneiden kleiner Späne, und man bedarf deren gewöhnlich 12 von stufenweise steigender Größe. Der kleinste verändert das runde Loch nur wenig; aber jeder folgende vergrößert es und nähert seine Gestalt der Vollkommenheit, welche der größte Dorn endlich ganz zu Stande bringt. Erst jetzt wird das Rohr äußerlich, übereinstimmend mit der Gestalt der Höhlung, fertig gefeilt, worauf man es durch Löthen mit Messing oder Kupfer an dem oberen, massiven, mit der Raute versehenen Theile des Schaftes befestigt. — Das in dem Schlüsselloche anzubringende umgehende Rohr (S. 578) und der innerhalb desselben stehende Dorn werden auf folgende Weise verfertigt. Das erstere ist äußerlich rund (zylindrisch); man biegt und schlägt es aus einem flachen Eisenstücke im Rundgesenke (S. 185) über einem stählernen Dorne, welcher nahe die Gestalt hat, wie das Schlüsselrohr auswendig. Durch Ausfeilen wird es vollendet. Der in das umgehende Rohr zu setzende und durch Schlagloth damit zu vereinigende Dorn wird anfangs gefeilt, erhält aber seine völlige Ausbildung durch Eintreiben in das zweckmäßig gestaltete, scharfrandige Loch einer harten Stahlplatte. Das nämliche Loch hat auch gedient, um den größten jener Dorne zu berichtigen, mit welchen die Bohrung des Schlüsselrohres ausgearbeitet wurde; daher paßt dieses Rohr genau auf den Dorn des Schlosses.

Die Einschnitte in den Bärten der Schlüssel, welche zu Eingericht-Schlössern gehören, werden mit kleinen Kreuzmeißeln (S. 245) ausgehauen (wobei der Schlüssel in einer im Schraubstocke eingespannten Bartkluppe von eigenthümlicher Bauart liegt), und mit einer anderen Art Meißel (Hohlhauer) nachgearbeitet. — Die Eingerichte selbst werden aus dünnem Eisenbleche verfertigt. Man biegt die einzelnen Bestandtheile derselben theils in stählernen Stanzen mit stählernen Oberstempeln, auf welche letztere man mit dem Hammer schlägt; theils zwischen stählernen Ringen, welche man im Schraubstocke in einander preßt, und die nach Art von Stanze und Stempel wirken; theils über runden, ovalen, viereckigen, flachen, dreieckigen, 80 bis 150 mm langen Dornen oder in Kluppen (welche aus 2, 3, auch vier stählernen, 80 bis 100 mm langen Stäbchen von verschiedener Gestalt bestehen) und auf einem kleinen Sperrhorne. Die Eingerichte werden, nachdem sie zusammengesetzt und flüchtig — mittelst kleiner Zäpfchen und Löcher an den einzelnen Bestandtheilen — zusammengenietet oder mit ausgeglühtem Eisendrahte gebunden sind, mit Kupfer oder Messing-Schlagloth gelöthet, wobei man sie in Lehm einpackt (S. 392). Um das Eingerichte und die Einschnitte des Schlüsselbartes gehörig einander anzupassen, versieht man ersteres mit Oel und feinem Schmirgel, und dreht den Schlüssel so lange darauf hin und her, bis die Bewegung leicht genug von Statten geht.

Die Schlüssellöcher an den Schlössern (bei einseitig zu sperrenden bloß in der Deckplatte, bei Thürschlössern auch in dem Schloßbleche) werden, wenn sie von einfacher Gestalt sind, auf einer Lochscheibe, S. 256 (Schlüssel-Lochscheibe), mittelst eines Durchschlages gebildet. Letzterer hat die Gestalt eines Schlüsselbartes nebst dem Schafte, die Oeffnung der Lochscheibe ist von der Gestalt und Größe des durchzuschlagenden Loches. Schlüssellöcher für geschweifte Bärte feilt man mit dünnen Feilen (Schweiffeilen, S. 352) aus, da ihre Gestalten zu mannigfaltig sind, als daß man für alle die erforderlichen Lochscheiben und Durchschläge haben könnte, es auch ganz dem Zwecke entgegen wäre, viele Schlüssel von gleicher Gestalt zu verfertigen, wie doch der Gebrauch einer Lochscheibe voraussetzt.

Die Anfertigung der Chubb- und Bramah-Schlösser erfordert manche eigenthümliche, der gewöhnlichen Schlosserei fremde Arbeitsmittel und Maschinen. Die Schlüssel solcher künstlicher Schlösser werden aus Stahl gemacht, zuweilen sogar gehärtet, weil schon eine kleine Abnutzung sie unbrauchbar macht.

XIX. **Feuergewehre** [1]).

Die Hauptbestandtheile eines Feuergewehres sind: der Lauf, das Schloß, der Schaft (fût, *stock*). Da letzterer kein Gegenstand der Metallarbeit ist, sondern dem

[1]) Abhandlung über die Feuer- und Seitengewehre. Von Cav. de Beroaldo-Bianchini. 2 Bde., 4. Wien 1829. — Die Verfertigung der Handfeuerwaffen.

Büchsenschäfter (équipeur-monteur, *gun stocker)* anheimfällt, so wird auf ihn hier ferner keine Rücksicht genommen.

Der Lauf, Gewehrlauf, das Rohr (canon, *barrel)* ist ein Rohr von geschmiedetem Eisen (zuweilen Stahl) mit zylindrischer Höhlung, am hinteren Ende durch eine 16 bis 25 mm lange Schraube (Schwanzschraube, culasse, *breech)* oder auf andere Weise verschlossen. Der hohle Raum desselben wird die Seele (àme), und der hinterste, die Ladung aufnehmende Theil davon der Pulversack, die Pulverkammer (tonnerre) genannt. Nach der gewöhnlichen Einrichtung mit Schwanzschraube ist diese letztere entweder am inneren Ende flach und die ganze Ladung liegt vor derselben; oder sie ist eine Kammer-Schwanzschraube (culasse à chambre), trichterartig oder fingerhutförmig ausgehöhlt und am Boden mit dem Zündloche versehen. Wenigstens zwei Drittel des Pulvers befinden sich hier in der Schwanzschraube. Die Patent-Schwanzschraube ist eine Kammer-Schwanzschraube, welche so lang gemacht wird, daß sie die ganze Ladung aufnimmt und also vollkommen den Pulversack des Laufes bildet. Der Durchmesser der Seele heißt das Kaliber (calibre, *caliber)* des Laufes, sowie der Durchmesser der aus einem Gewehre zu schießenden Kugel das Kaliber derselben genannt wird. Wenn beide Kaliber einander gleich sind oder das Kaliber der Kugel sogar ein wenig größer ist als jenes des Laufes, nennt man die Kugel eine Paßkugel (balle de calibre, balle forcée); bei der Rollkugel ist das Kaliber kleiner als jenes des Laufes, und zwar gewöhnlich in solchem Verhältnisse, daß ein Spielraum (évent) von 2 bis 3½ mm bleibt. Die Paßkugel verwendet man bei Scheibenbüchsen, die Rollkugel bei Pürsch- oder Jagdbüchsen; um die Reibung der Kugel im Lauf zu vermindern und das Rosten desselben zu verhüten, geschieht das Laden beider Arten von Kugeln gewöhnlich so, daß man sie auf einer mit Talg gefetteten Leinwand- oder Barchentscheibe (Durchmesser gleich dem 2½fachen Kaliber) in den Lauf schiebt. Zu den Paßkugeln gehören auch die konisch oder zuckerhutähnlich gestalteten Spitzkugeln (S. 120), welche als weittragend und sicher treffend neuerlich viel angewendet werden, zwar (um leicht eingeladen werden zu können) 0,5 bis 1 mm kleiner sind als der innere Laufdurchmesser, aber nachträglich (s. S. 586)

Von Ferd. Wolf. 8. Karlsruhe 1832. — J. Schön, Geschichte der Handfeuerwaffen. 4. Dresden 1858. — Technolog. Encyklopädie, Bd. VI. Artikel: Gewehrfabrikation. — Manuel de l'Armurier, du Fourbisseur et de l'Arquebusier, par *A. Paulin-Desormeaux.* Paris 1832. — Cours élémentaire sur les armes portatives, par *F. Gillion.* Liège 1856. — Die Geheimnisse der englischen Gewehrfabrikation und Büchsenmacherkunst. Von W. Greener. Aus dem Englischen von C. H. Schmidt. 2. Aufl. Weimar 1842. (83. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Beiträge zur Kenntniß der Büchsenmacherkunst. Von J. Schmidt. Weimar 1843. (131. Bd. des Neuen Schauplatzes). — Die Feuerwaffen der Königl. Hannover'schen Infanterie. Nebst einem Anhange über das Zündnadel-Gewehr. Von H. W. Gündell. Hannover 1852. — Die Kriegshandfeuerwaffen. Von C. Rüstow. Berlin 1857. — Handbuch über die Kenntniß rc. der Gewehre und Munition rc. bei den k. k. österreichischen Linien-Infanterie-Regimentern. Von A. Dub. Wien 1852. — Ergänzungs-Waffenlehre oder die Feuerwaffen der Neuzeit. Von Jos. Schmoelzl. München 1851. — Die gezogene Muskete. Von Jervis-White Jervis. Aus d. Engl. Darmstadt 1855. — Das Pistol, dessen Theile, Behandlung und Gebrauch. Von L. Gräfe. Berlin 1859. — Neue Studien über die gezogene Feuerwaffe der Infanterie. Von W. v. Plönnies. 2 Bde. Darmstadt 1861, 1864. Supplementband hierzu: Neue Hinterladungsgewehre. Darmstadt und Leipzig 1867. — Die Kriegsfeuerwaffen der Gegenwart. Von K. v. Elgger. Leipzig 1868. — Die Jagdfeuergewehre. Von Ad. Zimmer. Darmstadt und Leipzig 1869. — Kriegsfeuerwaffen. Praktische Studien rc. Von C. F. Tackels. Aus dem Franz. Von Oden. Cassel 1869. — Polyt. Journ., Bd. 139, S. 321. — Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, 2. Aufl., Bd. II. Prag 1856, S. 76. — Brevets 1844, T. 44, p. 1. — Viele einzelne Verbesserungen und Abänderungen in der Konstruktion der Feuergewehre sind zerstreut in den technischen Zeitschriften anzutreffen.

ihren eigenen Durchmesser etwas vergrößern. — Vom Pulversacke geht nach außen das Zündloch (lumière, *touch hole)* durch, mittelst dessen die Entzündung an die Pulverladung gebracht wird; es hat ungefähr 2 mm, bei Büchsen und Jagdflinten (wo man feinkörniges Pulver gebraucht) etwas weniger, im Durchmesser; ist entweder zylindrisch, oder nach innen trichterförmig erweitert. Bei feinen Gewehren (mit Steinschloß, S. 586) bohrt man oft, in der Absicht, das Ausbrennen des Zündloches (dessen Erweiterung durch das verbrennende Pulver) zu verhindern, dasselbe in einem Zylinder (Kern, grain de lumière) von Platin oder feinem Golde, der an der gehörigen Stelle in ein größeres Loch des Laufes eingeschraubt wird. Mittelst eines solchen, jedoch eisernen oder stählernen Kernes bessert man auch andere Gewehre aus, deren Zündloch zu weit geworden ist. Die Seele ist bei den Flinten (fusil, *musket)* und überhaupt bei den Gewehren, aus welchen Rollkugeln geschossen werden, glatt; bei den gezogenen Läufen (canons rayés, canons rainés, canons carabinés, *rifled barrels)* der Büchsen (carabine, *rifle*) dagegen mit Längenfurchen oder sogenannten Zügen (rayures, rainures, *rifles)* versehen, welche der Schußweite und der Genauigkeit des Schusses förderlich sind. — Die Züge sind halbrund oder flach (selten dreieckig), von $^1/_3$ bis 1 mm tief; ihre Anzahl beträgt in einem Laufe gewöhnlich zwischen 6 und 12, am häufigsten 7 oder 8 (Polygonalzüge) und ihre Breite ist ebenso groß oder wenig geringer als die Breite der Zwischenräume, Felder oder Balken. Man hat aber, wie es scheint mit gutem Grunde, empfohlen, die Züge breiter und dagegen die Balken spitzwinklig-kantig zu formen[1]). Neuerdings wendet man bei Militär- und Scheibengewehren nur vier ganz flach gehaltene Züge an. Zuweilen bringt man sehr feine Züge (Haarzüge, rayures à cheveux) in sehr großer Anzahl, bis zu 120, an. Man unterscheidet gerade und gewundene Züge: Erstere, Sternzüge (die wenig Vortheil bringen und daher selten gefunden werden) laufen parallel mit der Achse des Rohres; letztere (Rosenzüge) nehmen die Richtung stark steigender Schraubenlinien und haben einen verschiedenen Grad von Windung (Drall), indem sie in der ganzen Länge des Laufes $^2/_3$, $^3/_4$ bis $1^1/_2$ Umgang machen (meist 1 Umgang auf 1 m Länge). Die gewundenen Züge haben gewöhnlich in der ganzen Lauflänge gleich starken Drall, zuweilen aber läßt man den Drall von hinten nach vorn zunehmen (progressive Züge), um die Kugel nur allmälig in diejenige Drehung um sich selbst zu versetzen, welche der Zweck bei gewundenen Zügen überhaupt ist.

Die Länge des Laufes beträgt bei den Infanterie-Gewehren (Musketen) 930 mm bis 1,08 m, bei den Jagdflinten 780 bis 970, bei den Büchsen zum Militär- und Jagd-Gebrauch 680 bis 990, bei den Scheibenbüchsen 970 mm bis 1,09 m, bei den Pistolen 150 bis 390 mm, bei Terzerolen oft nicht über 100 mm. Die Wanddicke, Eisenstärke, eines jeden Laufes muß von der Mündung nach dem Pulversacke hin zunehmen, weil an letzterer Stelle die heftigste Kraftäußerung des explodirenden Pulvers stattfindet. Bei Infanterie-Gewehren, deren Kaliber 17 bis 18 mm beträgt und welche Rollkugeln von 22 bis 30 g schießen, ist die Eisenstärke am hinteren Ende 7 bis 10 mm, an der Mündung 1,5 bis 2,5 mm; Büchsenläufe müssen wegen der Züge eine beträchtlichere Dicke haben, wiewohl ihr Kaliber kleiner ist (10,5 bis 15 mm) und sie meist nur 15 bis 22 g schwer schießen; man giebt ihnen hinten (wo sie meist 6- oder 8kantig gearbeitet sind) 7 bis 19 und vorn 2,5 bis 12 mm Eisenstärke. Ueberhaupt betrachtet, hat die Erfahrung gelehrt, daß das ganze Gewehr wenigstens 200 Mal so schwer sein muß, als die Kugel, wenn nicht der Rückstoß zu heftig werden soll. Dies giebt für Kugeln von 22 bis 30 g, 4,4 bis 6 kg, wovon auf das Gewicht des Laufes allein nahe die Hälfte zu rechnen ist, nämlich 2 bis 2,5 kg. Bei Büchsen vermindert man ungeachtet des kleineren Gewichtes der Kugeln das Gewicht des Gewehres wenig oder nicht, sodaß das Ganze ungefähr 5 kg (das 300fache einer z. B. $16^2/_3$ g wiegenden Kugel), der Lauf für sich 2 bis 2,4 kg hat.

Besondere Eigenthümlichkeiten in Betreff der Läufe bieten die Dornbüchse, die zweizügige Büchse und die Drehpistole dar.

Die Dornbüchse (carabine à tige) und Dornflinte (fusil à tige), überhaupt auch Stiftgewehr oder Pickelgewehr genannt, enthält einen zylindrischen stählernen

[1]) Polyt. Centr. 1862, S. 705.

Stift (Dorn, Pickel), welcher auf dem Boden des Pulversackes so eingeschraubt ist, daß er genau in der Achsenlinie der Seele steht. Die Pulverladung lagert sich rings um diesen Stift, welcher dann noch ein wenig über die Oberfläche des Pulvers hervorragt. Das eingebrachte bleierne Geschoß (eine Spitzkugel) berührt daher das Ende des Stiftes und dehnt sich, durch den (am Ende konisch vertieften) Ladestock fest angesetzt, vermöge des unten eindringenden Stiftes so weit gegen die Seelenwandung hin aus, daß es die Züge des Laufes ausfüllt ohne auf dem Pulver aufzusitzen.

Die (jetzt kaum mehr gebräuchliche) zweizügige Büchse oder das Ovalgewehr, carabine à double rayure, hat einen Lauf mit nur zwei (einander gegenüber liegenden), aber breiten und rund ausgehöhlten Zügen — wodurch die Seele im Querschnitt entfernt ovalähnlich erscheint — und wird mit einer sogenannten Gürtelkugel (balle à ceinture, balle à cordon geladen, welche kugelrund, aber nach Lage eines größten Kreises mit einem ringförmigen Wulste (Gürtel) versehen ist und mit diesem Vorsprunge in die erwähnten beiden Züge eingreift.

Die Drehpistole (der Revolver, pistolet à répétition, pistolet-revolver, *revolver*)[1]) ist eine Pistole mit einem einzigen Laufe, aber sechs oder noch mehr Ladungskammern, welche letzteren sich in einem zylindrischen Stücke am hinteren Laufende derartig angeordnet befinden, daß schnell eine nach der anderen an die hintere Laufmündung gebracht werden und ihren Schuß durch den Lauf absenden kann. Mittelst der Aufziehbewegung des Hahnes wird nämlich der erwähnte Zylinder ohne weiteres Zuthun des Schießenden soviel um seine Achse gedreht, daß die zuletzt durch das Abschießen entleerte Kammer sich entfernt und dagegen die nächstfolgende geladene sich der Seele des Laufes anschließt. So ist man im Stande z. B. sechs Schüsse in nicht mehr Zeit auf einander folgen zu lassen, als zum sechsmaligen Spannen und Losdrücken erfordert wird. Man macht auch Revolver von der Art, daß an die Stelle des aller seiner Schüsse entledigten Zylinders schnell ein anderer, geladen in Vorrath gehaltener, eingesetzt werden kann. Die Revolver für Militär sind jetzt gleich den langen Gewehren als Hinterlader ausgeführt und zwar für Metallpatronen.

Die nach dem Erfinder benannte, Mignet- oder Minié-Büchse (in England mit geringen Veränderungen als Enfield-Büchse, *Enfield rifle*, bekannt) bietet eine wesentliche Eigenthümlichkeit nur in der Art des Geschosses dar, welches ein fast zylindrischer, vorn halbkuglig gerundeter oder zuckerhutähnlich gespitzter, hinten geradflächiger und ausgehöhlter Bleikörper ist. Die Oeffnung des Hohlraumes ist durch ein flaches Schälchen von Eisenblech (Treibspiegel, culot) verschlossen, welches, im Augenblicke des Schusses durch die Pulverkraft tiefer in die Höhlung hineingetrieben, die Wandung des Bleies erweitert und so das Eintreten derselben in die Züge des Laufes bewirkt, wie dies bei der Dornbüchse durch den Dorn geschieht. Diese Kugel wird daher auch wohl mit dem Namen eines Expansionsgeschosses belegt.

Das Schloß, Gewehrschloß, Flintenschloß (platine, *lock*, *gun-lock*) ist eine, in der Regel zur Seite des Laufes angebrachte Vorrichtung, um Feuer zu erzeugen, welches augenblicklich durch das Zündloch auf die Ladung des Gewehres fortgepflanzt wird. Um dieser Bestimmung zu genügen, muß außen vor dem Zündloche eine kleine Menge eines leichten zündlichen Stoffes angebracht sein (das Zündkraut, amorce, *prime*), welcher aus gewöhnlichem Schießpulver oder aus einer durch Schlag entzündlichen Mischung besteht. Hiernach zerfallen die Schlösser in zwei Hauptarten, nämlich in Steinschlösser und Perkussions-Schlösser.

Von dem Steinschlosse, Feuerschlosse (platine à pierre, *flint-lock*) ist jetzt — nachdem das alte deutsche oder Rad-Schloß, platine, à rout, *wheel-lock* (bei welchem der Stein durch die Berührung mit einer schnell sich umdrehenden stählernen Scheibe die Funken erzeugte) nur in Rüstkammern noch gefunden wird — bloß eine Art in Betracht zu ziehen, nämlich das französische Schloß, und selbst dieses

[1]) Bulletin d'Encouragement 1856, p. 14, 336. — Polyt. Journ., Bd. 130, S. 111; Bd. 132, S. 172; Bd. 140, S. 81, 161; Bd. 144, S. 412. — Polyt. Centr. 1850, S. 719; 1856, S. 513. — Brevets 1844, T. 32, p. 69. 78; T. 36, p. 328; T. 43, p. 1; T. 46, p. 51. — Die Dreh- und Repetirpistolen oder die sog. Revolvers. Nach dem Französischen von Ch. H. Schmidt. Weimar 1855. (222. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.)

hat — in Europa wenigstens — dem Perkussionsschlosse schon fast gänzlich den Platz geräumt. Die Haupttheile des französischen Steinschlosses sind: der Hahn (chien, *cock*), in dessen Maul zwischen den beiden Hahnlippen (mâchoires, *jaws*) durch eine Schraube der Feuerstein festgehalten wird; — die Pfanne, Zündpfanne (bassinet, *pan*, *touch-pan*) oder das kleine Behältniß, welches in seiner Vertiefung (dem Troge, Pfannentrog, fraisure) die kleine als Zündkraut dienende Pulvermenge aufnimmt und sich unmittelbar vor dem Zündloche des Laufes befindet, übrigens bald an dem Laufe selbst angebracht, bald an dem Schloßbleche festgeschraubt ist; — der Pfanndeckel, die Batterie (batterie, *hammer*), derjenige Theil, welcher bis zum Augenblicke des Schusses die Pfanne bedeckt und also das Zündkraut schützt, dann aber auf seiner vertikalen verstählten Fläche (Stahlbahn, Schlagfläche, face, *face*) von dem Steine des Hahnes getroffen und zurückgeworfen wird, wodurch die beim Zusammenschlag entstandenen Funken auf das entblößte Zündkraut fallen; — die Batteriefeder oder Deckelfeder (ressort de batterie), durch deren Druck der Pfanndeckel verhindert wird, sich zufällig von der Pfanne zu entfernen; — das Schloßblatt, Schloßblech (corps de platine, *plate*), die Platte, an welcher sich außerhalb die bisher erwähnten Theile, innerhalb die noch folgenden befinden, und welche mittelst Schrauben an dem Schafte des Gewehres befestigt wird; — die Nuß (noix, *nut*, *tumbler*), ein mit dem Hahne fest verbundenes Stück, welches beim Spannen oder Aufziehen desselben (armer, *cocking*) einen Theil einer Umdrehung um sich selbst macht und zwei Kerben oder Einschnitte (Ruhen, Rasten, crans) enthält: eine etwas tiefe, die Ruhrast, Vorderrast, erste Ruhe, cran du repos, — und eine ganz seichte, die Spannrast, Hinterrast, zweite Ruhe; cran du bandé; — die Studel (bride, *bridle*), in welcher der Zapfen der Nuß seine Unterstützung findet, während auf der entgegengesetzten Seite ein zweiter dickerer Zapfen (die Nußwelle) in einem Loche des Schloßbleches liegt; — die Stange (gâchette, *sear*), eine Art Sperrhaken, welche beim Spannen des Hahnes mit ihrem zugeschärften Ende (Schnabel, Stangenschnabel) zuerst in die Vorderrast, dann in die Hinterrast der Nuß einfällt, und somit den Hahn in seiner Stellung erhält, er mag halb oder ganz aufgezogen sein; — die Stangenfeder (ressort de gâchette), welche jenes Einfallen der Stange bewirkt und das freiwillige Loslassen derselben verhindert; — die Schlagfeder (grand ressort, *main spring*), eine starke gerade Stahlfeder, welche mit einer umgebogenen Fortsetzung auf der inneren Fläche des Schloßbleches angeschraubt ist, mit ihrem freien Ende aber auf einem Vorsprunge der Nuß (dem s. g. Krapfen, griffe) ruht, und dadurch mittelbar dem Hahne das Bestreben ertheilt, sich schnell und mit Kraft gegen die Batterie zu bewegen, woran derselbe nur durch die in einem der Einschnitte der Nuß liegende Stange gehindert wird.

Bei den sogenannten Kettenschlössern hängt das Ende der Schlagfeder, statt auf dem Nußkrapfen zu ruhen, mit demselben durch ein an Scharnieren bewegliches kurzes Zwischenglied (Kette) zusammen. — Die Schlagfeder liegt bald vorderhalb, bald hinterhalb der Nuß; im letzteren Falle befindet sich der größte Theil des Schlosses im Griffe oder in der Dünnung des Kolbens, daher alsdann der Name Griffschloß. — Durch das Aufziehen des Hahnes wird mittelst der Nuß die Schlagfeder gespannt, und bleibt in diesem Zustande bis zu dem Augenblicke, wo mittelst des im Schafte des Gewehres angebrachten Abzuges oder Drückers (détente, *tricker*, *trigger*) die Stange aus der Hinterrast der Nuß ausgehoben wird, folglich der Hahn Freiheit erlangt, gegen die Batterie zu schlagen. Wenn der Hahn halb aufgezogen ist (auf der ersten Ruhe steht), kann nicht losgedrückt werden, weil die Vorderrast der Nuß so tief und dergestalt geformt ist, daß die Stange sie nicht anders als durch völliges Aufziehen des Hahnes verlassen kann. Bei fein gearbeiteten Schlössern verbindet man mit der Nuß ein bewegliches Plättchen, den sogenannten Springkegel, welcher beim Schlagen des Hahnes sicher bewirkt, daß nicht etwa zufällig der Stangenschnabel in die erste Ruhe der Nuß einfallen und den Hahn auf seinem Wege hemmen kann.

Das Perkussions-Schloß (platine à percussion, *percussion lock*) stimmt in seiner inneren Einrichtung mit dem Steinschlosse überein; nur die äußeren Theile zeigen Abweichungen. Der Hahn (*hammer*) trägt keinen Stein, sondern bildet eine

Art Hammer; statt der Pfanne ist ein schräg stehender, abgestutzt-kegelförmiger, stählerner Stift (der **Zündkegel**, **Piston**, piston, *nipple*, *plug*) angebracht, welcher in seiner Achse eine nach dem Pulversack hinführende feine Durchbohrung enthält. Auf den Zündkegel wird ein kleines, von dünnem Kupfer verfertigtes, zylindrisches **Zündkäppchen** (**Zündhütchen**, **Zündkapsel**, capsule, capsule d'amorce, capsule fulminante, capsule à percussion, *cap*, *percussion cap*, S. 375)[1]) gesteckt, auf dessen Boden sich eine kleine Menge einer durch Schlag entzündlichen Masse befindet. Indem der Hahn auf den Zündkegel schlägt, drückt er jene zwischen dem Kegel und dem Boden des Hütchens eingeschlossene Masse heftig zusammen, und veranlaßt dadurch deren Entzündung, wobei der Feuerstrahl mit Kraft durch die Bohrung des Zündkegels in den Lauf gelangt.

Andere Konstruktionen des Schlosses, wobei das Zündkraut bald als Pulver, bald in Gestalt mit Wachs überzogener Pillen angewendet wurde, sind veraltet. Die Zündhütchen haben zumeist 4, selten bis 9 mm im Durchmesser; ihre Länge ist dem Durchmesser gleich oder unbedeutend größer als dieser. Ungefüllt (rein im Kupfer) wiegen Jagdzündhütchen, 4 bis $4^1/_2$ mm weit und 5 bis $5^1/_2$ mm lang, 69 bis 107 g das Tausend; Militär-Zündhütchen, 6 mm weit und $7^1/_2$ mm lang, mit umgekremptem Rande, 620 bis 680 g das Tausend. Als Zündmasse gebraucht man für Militärgewehre (deren Schlösser starke Schlagfedern haben) eine wie Schießpulver bereitete Mengung von chlorsaurem Kali, Schwefel und Holzkohle, oder ein Gemenge von gleichen Theilen chlorsaurem Kali und Schwefelantimon; oder 3 Th. chlorsaures Kali, 2 Th. Schwefelantimon, 1 Th. Schießpulver (angeblich die Zündmasse des preußischen Zündnadelgewehres), zu Jagdgewehren eine leichter entzündliche Substanz, nämlich Knallquecksilber, mit gewöhnlichem Mehlpulver oder chlorsaurem Kali versetzt (von welcher Zündmasse 1000 Hütchen — je nach ihrer Größe — 16 bis 175 g enthalten). Jedes dieser Präparate, besonders aber das Knallquecksilber ist in der Zubereitung, und beim Transport in Massen, sehr gefährlich, da leicht Selbstentzündungen erfolgen können. — Die Vortheile des Perkussions-Schlosses (gegen das Steinschloß) sind hauptsächlich: Schnelligkeit und Sicherheit der Entzündung, letztere in dem Maße, daß Wind, nasses Wetter, zufällige Verstopfungen des Zündkanales, ꝛc. nur sehr selten das Versagen des Gewehres herbeiführen. —

Als besondere Vorrichtungen an Gewehrschlössern sind zu nennen:

1) **Stecher**, **Stechschlösser** (double détente)[2]), ein aus mehreren Hebeln und Federn zusammengesetzter und im Schafte des Gewehres angebrachter Mechanismus, der die Stelle des gewöhnlichen einfachen Abzuges einnimmt, und in der Regel mit zwei Drückern versehen ist. Nachdem mittelst des einen Drückers der Stecher aufgezogen ist, darf der andere nur äußerst leise mit der Fingerspitze berührt werden, um das Losgehen des Schusses zu bewirken. Man vermeidet auf diese Weise die Gefahr, durch den beim Losdrücken sonst leicht eintretenden Ruck das Gewehr aus der Zielrichtung zu bringen. Bei Scheibengewehren sind daher die Stecher von Wichtigkeit; bei Militärgewehren kommen sie selten in Anwendung.

2) Die **Sicherheit**, eine Vorrichtung, um das zufällige Losgehen der Gewehre zu verhindern; z. B. Schieber oder Haken, welche den Hahn zu schlagen verhindern; eine Kappe, welche den Zündkegel (bei Perkussions-Schlössern) bedeckt und schützt; u. dgl. m.

3) Ganz abweichende Konstruktionen in den inneren Schloßtheilen, zur Vereinfachung oder in anderer Absicht angebracht. Hierher gehören auch die vielfältig ausgeführten Perkussions-Gewehre mit einer Einrichtung, wodurch der Lauf vom hinteren Ende her geladen wird (**Hinterladungsgewehr**, **Hinterlader**, *breech-loading gun*, *breech-loader*)[3]), unter diesen das preußische **Zündnadelgewehr** (fusil à aiguille, fusil prussien, *needle gun*) und das französische **Chassepot-Gewehr**, bei welchen eine im

[1]) Polyt. Journ., Bd. 138, S. 14, 338; Bd. 139, S. 102; Bd. 141, S. 161. — Polyt. Centr. 1853, S. 222; 1856, S. 82, 275, 721, 1230, 1232.

[2]) **Karmarsch**, Mechanik, S. 66.

[3]) J. **Neumann**, das Wesen der Hinterladungsgewehre. Weimar 1867. — W. v. **Plönnies**, Neue Hinterladungsgewehre. — Jahrbücher V. 81. — A. **Mattenheimer**, die Rückladungsgewehre. Darmstadt und Leipzig 1869. C. J. **Tackels**, Armes de guerre, Etude pratique sur les armes se chargeant par la culasse. Cassel et Leipzig, 1869. — H. **Wiegand**, die technische Entwicklung der modernen Präcisionswaffen der Infanterie. Leipzig 1872.

Augenblicke des Abdrückens rasch vorwärtsgeschobene stählerne Nadel in die an der Patrone befindliche Zündmasse sticht und hierdurch die Entzündung bewirkt[1]).

Verfertigung der Gewehrläufe. — Das zu den Läufen bestimmte, möglichst weiche, zähe und reine Eisen wird in Stäben von 50 bis 80 mm Breite und 25 mm Dicke angewendet. Man zerhaut dieselben in Stücke von etwa 600 mm Länge, deren jedes beim nachfolgenden Ausschmieden unter dem Reckhammer zwei Platinen, Laufplatten oder Büchsenbrände (lames, maquettes) giebt. Unter diesen Namen versteht man Schienen fast von der Länge eines Laufes, welche an einem Ende etwas breiter und dicker sind, als am andern. Jede solche Platte (welche nahe 2½ Mal so schwer sein muß, als der ganze fertige Lauf nach der Vorschrift ausfallen soll) wird in einer einzigen Hitze fertig gemacht, wozu zwei Arbeiter höchstens 5 Minuten Zeit und gegen 750 Schläge des 150 mm hoch gehobenen, mit einer 40 mm breiten Bahn versehenen Hammers von 75 kg Gewicht erfordert werden. Das Stabeisen erleidet bei der Verwandlung in Platten einen Abgang von 3 bis 4 Prozent. Aus der Platte entsteht ein Lauf durch Zusammenbiegen (Rollen) über einem eisernen zylindrischen Dorn und nachheriges Schweißen im Rundgesenke, wobei sich der Lauf zugleich um etwas verlängert. Man bedient sich hierzu an einigen Orten der Handhämmer, an anderen leichter Wasserhämmer. Im ersteren Falle führt der Schmied einen Hammer von 1,25 bis 1,75 kg, der Zuschläger einen von 3 bis 4 kg. Im zweiten Falle geschieht das Rollen mittelst eines Streckhammers, der, sowie sein Ambos, eine schmale und flache Bahn besitzt; das Schweißen hingegen unter dem 25 kg schweren Rohrhammer, bei welchem die Hammer- und die Ambos-Bahn mit einer halbrunden Rinne (als Ober- und Untertheil des Gesenkes) versehen sind. Der Dorn, auf welchem das Rohr beim Schweißen steckt, ist von Stahl, und nicht so lang wie der Lauf, weil man ihn zuerst von dem einen, dann vom andern Ende her einsteckt. Die Ränder des Rohres werden beim Rollen entweder nur genau an einander gestoßen, oder (nachdem sie beim Schmieden der Platten etwas dünn ausgestreckt sind) etwa 12 mm breit über einander gelegt.

Bei der Handarbeit rollen ein Schmied und sein Zuschläger den Lauf in 3 Hitzen, und schweißen ihn dann dergestalt in Strecken von ungefähr 50 mm Länge, daß auf jeden solchen Theil drei Hitzen gegeben werden, einschließlich derjenigen, in welcher der Lauf glattgehämmert (passirt) wird. Der Lauf erhält im Ganzen während des Schweißens und Passirens 60 bis 75 Hitzen, wobei der Eisenabgang durchschnittlich 26 Prozent vom Gewichte der Platten beträgt. Ein Schmied mit seinem Gesellen rollt und schweißt in einem Arbeitstage von 10 Stunden entweder 3 Flinten-, oder 6 Karabiner- oder 9 Pistolen-Läufe. Unter dem Wasserhammer erzeugen die nämlichen Arbeiter ungefähr drei Mal so viel; aber man hat die richtige Behandlung des Eisens weniger in seiner Gewalt. Das Rollen erfordert zwei Hitzen; das Schweißen, welches auch hier in Abtheilungen von 50 mm Länge geschieht, für jede solche Abtheilung nur eine oder höchstens zwei Hitzen, sodaß ein Flintenlauf nur etwa 24 Schweißhitzen und auf jede derselben 24 bis 32 Hammerschläge (im Ganzen also etwa 600 bis 700 Schläge) nöthig hat. In zwei Schmiedefeuern, mit zwei Schweißern und einem Gehülfen (Dornstecker) können in 10 Stunden leicht 13 oder 14 Läufe geschmiedet werden. — Mit bedeutender Zeitersparniß werden die Platinen durch Walzen (statt Schmieden) dargestellt, wobei man die Eisenschienen so einführt, daß ihre Länge parallel zu den Zylinderachsen ist, und die Zylinder an einem Ende etwas näher zusammenstellt, als am andern, um die Verjüngung in der Dicke der Platinen zu erreichen.

---

[1]) Abhandlung über die patentirten Zündnadelgewehre, erfunden von Nic. Dreyße. Weißensee, 1830. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 91; Bd. 126, S. 189; Bd. 140, S. 418. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1855, S. 532. — Brevets 1844, T. 26, p. 65; T. 29, p. 196. — Das Chassepot-Gewehr der französischen Infanterie. Von J. Meinecke. Darmstadt und Leipzig 1867. — F. Hentsch, Konstruktion und Handhabung des Gewehr-Systems Mauser und seine Entwicklung aus dem Dreyse'schen Zündnadel-Gewehre. Berlin 1872. — Zeitschr. d. Ing. 1871, S. 215.

Statt wie vorstehend beschrieben das Schweißen erst nach dem Ausstrecken des Eisens zur fast völligen Lauflänge vorzunehmen, verfährt man oft — und allem Anscheine nach zweckmäßiger — umgekehrt; d. h. es wird eine Schiene von 450 mm Länge, 50 mm Breite, 12 mm Dicke sofort an einem Ende weißglühend gemacht und auf halbe Länge über einem etwas konischen Dorn gebogen und geschweißt, dann eben so mit der andern Hälfte vorgegangen, und zuletzt das unförmliche Rohr im zweitheiligen Rundgesenke gestreckt.

Die Verfertigung der Läufe durch Rollen und Schweißen war sonst allgemein gebräuchlich; gegenwärtig wendet man nicht selten unter Walzen geschweißte Rohre (S. 220) an[1]), wozu man öfters Platinen gebraucht, welche zu $^3/_4$ der Dicke aus Stahl, zu $^1/_4$ aus — mit dem Stahl durch Schweißung verbundenem — Eisen bestehen: das Rollen wird in diesem Falle so vorgenommen, daß das Eisen sich außen befindet. An dem Walzwerke, unter welchem die Läufe ihre Vollendung erhalten, sind die Furchen (Kaliber) der Zylinder so gestaltet, daß im Aeußern des Laufes die erforderliche konische Verjüngung entsteht. Nur als seltener Versuch ist es zu betrachten, wenn manchmal Röhren durch Ausbohren massiver Eisenstäbe erzeugt wurden. Man macht dagegen Läufe ganz von Stahl (Gußstahl), indem man Rundstahl oder Achtkantstahl der Achse nach mittelst eines halbzylindrischen Bohrers (Kanonenbohrers) durchbohrt; oder einen hohlen Zylinder gießt und auf dem Dorne durch Hämmern oder Walzen streckt[2]). Ein Maschinensystem ist angegeben worden, um aus massivem Stahl Läufe zu bohren, dieselben dann durch Ziehen mittelst hydraulischer Presse, dicker Zieheisen und eines kurzen festliegenden Dornes zu strecken, unter einem Walzwerke vorerwähnter Art konisch zu bilden, endlich vermöge eines hindurchgezogenen kurzen Dornes geradezurichten[3]). Gußstahlläufe haben, verglichen mit eisernen, die größere Härte (also geringere Abnutzung), die Reinheit von Schiefern und Aschenflecken, die größere Festigkeit, Dichtigkeit und Politurfähigkeit, endlich die geringere Vibration beim Schusse (daher einen sicheren Schuß) voraus.

Die Läufe erlangen durch das Schmieden weder eine genaue Rundung noch die erforderliche Glätte im Innern. Sie werden deshalb — nachdem sie durch Glühen in Holzkohlenfeuer, Weich-Einsetzen, gleichmäßig weich gemacht sind — auf der Flinten-Bohrmaschine, Bohrbank (banc à forer)[4]) ausgebohrt. Auf dieser Maschine wird der Lauf horizontal liegend auf einem eisernen Schieber (Schlitten) befestigt und sammt diesem von einem Arbeiter durch den Druck auf einen Hebel (das s. g. Krummeisen) dem Bohrer entgegengeführt. Letzterer wird von Wasserkraft mittelst vorgelegten Räderwerkes umgedreht und macht 150 bis 180, bei manchen Bohrbänken bis 330 Umläufe in einer Minute, durch welche Schnelligkeit der Gewehrlauf sich so erhitzt, daß er fleißig mit Wasser begossen werden muß. Eine Bohrbank erfordert etwa 0,66 Pferdestärke zur Bewegung. Die Bohrer, welche beim Gebrauch mit Oel oder Talg geschmiert werden, haben die Gestalt vierkantiger, 450 mm langer Reibahlen, welche an einen runden eisernen Stiel geschweißt sind; 5 bis 10 Bohrer (und selbst noch mehr) von stufenweise zunehmender Dicke wendet man nach einander an, um die Seele der Läufe allmälig auf das richtige Kaliber zu bringen. Für kurze (Pistolen-) Läufe richtet man wohl die Bohrmaschine so ein, daß der Lauf sich umdreht, der Bohrer nur gerade vorrückt[5]).

Man unterscheidet das Bohren (forage) in zwei Perioden, die man das Schwarzbohren (Rauhbohren) und Weißbohren (Poliren) nennt. Bei ersterem bohrt man von beiden Enden des Laufes nach der Mitte ein, um die Anhäufung der Bohrspäne zu vermindern; beim Weißbohren, durch welches die Arbeit beendigt wird, läßt man die Bohrer viel weniger stark angreifen und bohrt vom Pulversacke an durch die ganze Länge hindurch, legt auch längs des Bohrers ein halbrundes Holz (Polirspan)

---

1) Brevets, XXXIII. 95.
2) Polyt. Journ., Bd. 95, S. 176.
3) Génie ind., T. 28, p. 25. — Polyt. Journ., Bd. 171, S. 28. — Polyt. Centr. 1863, S. 1399.
4) Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, von J. A. Hülsse, II. 492. — Atlas III., Taf. 46.
5) Brevets 1844, T. 37, p. 63.

in den Lauf, welches mit seiner Fläche eine Fläche des Bohrers, mit seiner konvexen Seite die Wand des Laufes berührt, und nicht nur zur Glättung der letzteren beiträgt, sondern auch zwei von den vier Kanten des Bohrers zu schneiden verhindert, sodaß dieser überhaupt sanfter angreift.

Beim Rauhbohren wird in manchen Fabriken nur anfangs Wasser angewendet, in welchem Rohr und Bohrer liegen; es zerfällt dann in zwei Abschnitte: das Naßbohren, womit man beginnt, und das darauf folgende Trockenbohren, welches dem Poliren oder Weißbohren unmittelbar vorausgeht; letzteres geschieht stets ohne Wasser. Die zum Weißbohren gebrauchten Bohrer müssen von den allerkleinsten Scharten völlig frei sein, weil sie sonst Reifen (Bohrringe) erzeugen, welche der Glätte der Seele nachtheilig sind. Man erkennt, daß die Bohrung ihren erforderlichen Durchmesser hat, daran, daß ein stählerner gehärteter, einige Centimeter langer Kaliber-Zylinder (dez) leicht und ohne bemerkbaren Spielraum sich in den Lauf einschieben läßt. Indem man einen solchen Zylinder langsam durch den Lauf hindurchgleiten läßt, bemerkt man auch, ob etwa stellenweise die Seele einen verschiedenen Durchmesser besitzt. Während des Bohrens besichtigt man die Läufe öfters, und wenn sie sich durch die Arbeit gekrümmt haben, richtet (dressirt) man sie mittelst hölzerner und eiserner Hämmer oder zwischen zwei Holzstücken im Schraubstocke. Am sorgfältigsten muß hierauf geachtet werden, wenn die Seele sich ihrer Vollendung nähert; man entdeckt dann die etwa vorhandenen Biegungen, indem man den Lauf so gegen das Licht hält, daß der Schatten eines Gegenstandes (Fensterrahmen) hineinfällt, und hindurchsieht. Zeigen sich hierbei Grübchen im Eisen, deren Wegschaffung durch das Bohren zu viel Zeit erfordern oder eine zu große Schwächung der Rohrwand herbeiführen würde, so treibt man an solchen Punkten mittelst Punze und Hammer das Eisen ein wenig von außen nach innen: dieses Verfahren heißt Durchrichten. Ein Arbeiter muß des Tages zehn Flintenläufe bohren (schwarzbohren) oder eben so viele poliren (weißbohren). — In manchen Fabriken werden die Läufe nach dem Bohren noch durch Ausziehen, Auskolben, Kolben, *draw-boring* geglättet, indem man durch dieselben, der Länge nach, einen an einer Eisenstange befestigten stählernen, feilenartig gehauenen oder einen bleiernen, mit Oel und Schmirgel versehenen, Kolben hin- und herzieht[1]).

Das Aeußere der Läufe wird durch Abschleifen auf großen, vom Wasser getriebenen Sandsteinen bearbeitet. Man verrichtet das Schleifen zum Theil schon nach Beendigung des Schwarzbohrens, und vor dem Weißbohren, weil beim Schleifen die Seele Schaden leiden könnte, wenn sie schon ganz fertig wäre; es wird aber jedenfalls erst nach dem Weißbohren vollendet. Die Schleifsteine haben 1,8 bis 3^{m} Durchmesser, 250 bis 330^{mm} Dicke, und machen 100 bis 180 Umläufe in der Minute. Sie werden in der Regel naß gebraucht, weil das Trockenschleifen, wiewohl es schneller geht, durch den Staub der Gesundheit schädlich ist, eine weniger feine Oberfläche hervorbringt, und vermöge der (bis zum Blauanlaufen gehenden) Erhitzung ein Verziehen des Rohres zur Folge haben kann. Der Lauf wird quer auf den Stein (parallel mit dessen Achse) gelegt, und durch einen Hebel oder auf andere Weise angedrückt, wobei er sich durch die tangentiale Reibung des Steines von selbst, oder mit geringer Nachhülfe des Arbeiters, um seine Achse dreht.

Der Schleifer (émouleur) hat seinen Platz neben (nicht vor) dem Steine, um bei etwa eintretendem Zerspringen des letzteren in Sicherheit zu sein. Von Zeit zu Zeit wird mittelst des Rohrzirkels, Laufzirkels (compas d'épaisseur) erforscht, ob rund herum an jedem einzelnen Querschnitte gleiche Eisenstärke vorhanden sei; wenn dies nicht der Fall ist, werden die dickeren Stellen vorzugsweise abgeschliffen. Die geschliffenen Läufe werden an einem Ofen getrocknet. — Auf einem neuen, noch großen Steine schleift ein Arbeiter in 12 Stunden 30 bis 36 Flintenläufe, dagegen auf einem durch den Gebrauch schon klein gewordenen oder auch dünnen Steine nur 16 bis 18. Man erneuert deshalb die Steine, wenn sie bis auf 900^{mm} Durchmesser abgenutzt sind. Ein Stein von 2^{m} Durchmesser erfordert bei 180 Umdrehungen in der Minute 5 Pferdestärken zur Bewegung, und kann 1000 bis 1500 Läufe schleifen, ehe seine Größe auf 900^{mm} vermindert ist.

In einigen Fabriken erspart man das Schleifen der Läufe zum Theil dadurch, daß man dieselben — auf einem eisernen Dorne steckend — in einer eigens hierzu gebauten

---

[1]) Brevets 1844, T. 26, p. 258.



Drehbank[1]) mittelst eines Supportes abdreht oder — wenn sie achtkantig sind — auf Fräsmaschinen abfräst. Dieses Verfahren gewährt größere Schnelligkeit, als das Schleifen, und zugleich den Vortheil, daß man einer ringsum gleichen Eisenstärke sicherer ist.

Nach Vollendung des Schleifens werden die Läufe abermals mittelst des einfallenden Schattens geprüft und nöthigenfalls gerichtet. Dann wird das hinterste Ende der Seele (so weit hinein als die Schwanzschraube reichen muß) mittelst eines Senkers zylindrisch, und konzentrisch mit der Bohrung, erweitert, und in dieser Erweiterung mittelst dreier auf einander folgender Schraubenbohrer das Gewinde für die Schwanzschraube geschnitten. Die Schraube selbst wird in Gesenken geschmiedet, abgefeilt und durch Schneiden in einer Schraubenkluppe mit dem Gewinde versehen.

Das Ausmachen oder Zurichten der Läufe begreift das Nachschneiden (die Vollendung) des Gewindes für die Schwanzschraube, die Verfertigung des Zündloches, das Anlöthen des Absehens, des Kornes, der Schaft- und Bajonnet-Haften, endlich das Abziehen. — Das Zündloch wird entweder gebohrt, oder durchgeschlagen. Im letzteren Falle wird erst ein konisch zugespitzter Stahlstift durchgetrieben, dann der außen um das Loch entstandene Aufwurf niedergehämmert, endlich das Loch durch Einschlagen eines zylindrischen Stiftes völlig ausgebildet. Soll das Zündloch von innen her ausgesenkt werden (S. 287), so geschieht dies mittelst einer schmalen, in den Lauf oder die hohle Schwanzschraube einzuschiebenden Vorrichtung, an welcher ein konischer Versenker durch mehrere kleine Räder und eine Kurbel umgedreht wird[2]). Perkussionsgewehre erhalten statt des Zündloches ein größeres Loch zum Einschrauben des Pistons (S. 588). — Das Absehen und das Korn, welche beide zum Zielen auf dem Laufe angebracht sind, werden mit Messing (bei feinen Läufen mit Silberschlagloth) angelöthet. Gleiches gilt von dem Bajonnet-Hafte bei Militair-Gewehren und von den Schaft-Haften; letztere sind flache Ringe, durch welche zur Befestigung des Schaftes am Laufe, Stifte oder Schieber gesteckt werden, kommen aber nur bei Gewehren vor, welche nicht, wie die meisten Militair-Gewehre, mit aufgeschobenen messingenen oder eisernen Bändern versehen sind. — Das Abziehen der Läufe geschieht mittelst der Feile der Länge nach, wobei man die Feile quer über den Lauf, ein geöltes Holz (oder auch eine zweite Feile) unter denselben legt, Feile und Holz (oder beide Feilen) mit den Händen zusammenfaßt, und nach jedem Zuge den Lauf (welcher horizontal zwischen dem Körper des Arbeiters und einem aufrechten Pfahle gestützt ist) ein wenig dreht.

Ein wichtiger Punkt sind die Proben, welchen die Läufe nunmehr unterworfen werden, und durch welche man alle in dem Eisen — sei es wegen mangelhafter Beschaffenheit desselben oder in Folge schlechter Bearbeitung — vorhandenen Fehler zu entdecken sucht. Die Laufproben sind von zweierlei Art, nämlich das Beschießen und der Schweißkeller; in den meisten Fabriken begnügt man sich jedoch mit der Beschießprobe allein, welche darin besteht, daß man eine große Anzahl Läufe mit beträchtlich verstärkter Ladung zwei Mal ladet und durch ein Lauffeuer abschießt. Diejenigen Stücke, welche hierbei nicht zerspringen und auch keine andere sichtbare Beschädigung erhalten, werden entweder für gut erkannt, oder noch (nachdem sie gereinigt und eingeölt sind) 14 Tage in einen mäßig feuchten Keller (den Schweißkeller) gestellt, wo sich jeder kleine Riß, jede unganze Stelle u. dergl. durch das Rosten bemerklich macht. Wenn auch diese Probe bestanden ist, werden die Läufe noch ein Mal mit der Feile nach der Länge abgezogen und sind nun fertig. Beim Beschießen zerspringen gewöhnlich unter 100 Läufen 3 oder 4; die noch tauglichen Reste derselben verarbeitet man zu kürzeren Gewehren oder Pistolen.

Abweichende Arten von Gewehrläufen: — a) Gedrehte Läufe (canon tordu) sind auf die gewöhnliche Weise aus Platten gerollt und geschweißt, aber bei jeder Schweißhitze in den Schraubstock gespannt und zusammengedreht, wodurch die Schweißnath (*seam*) und die Fasern des Eisens eine schraubenförmige Richtung

[1]) Brevets, II. 132.
[2]) Werkzeugsammlung, S. 80. — Karmarsch, Mechanik, S. 173.

annehmen (eine halbe Windung oder etwas mehr auf der ganzen Länge des Laufes). Die Läufe gewinnen hierdurch an Widerstandsfähigkeit gegen das Zerspringen.

b) Gewundene Läufe, Bandläufe (canon à ruban, *twisted barrel*). Ueber ein dünnes, wie gewöhnlich geschweißtes Rohr (Futterrohr, Hülse, chemise) wird ein flacher Eisenstab von 12 bis 20 mm Breite schraubenartig gewunden und unter fleißigem Stauchen (um die Windungen einander zu nähern) geschweißt. Beim Ausbohren dieser Läufe wird die Hülse ganz wieder weggeschafft. Der Vortheil ist hier der nämliche wie bei den gedrehten Läufen, nur in noch höherem Maße, weil nicht wie dort die Eisenfasern eine gezwungene Lage erhalten, welche ihrer Festigkeit Nachtheil bringen kann.

Zum Winden und Schweißen (letzteres zwischen Walzen auszuführen) hat man Maschinen konstruirt[1]). — Oft wird das Band ohne Hülse, unmittelbar über einem Dorn, gewunden. Man macht es gewöhnlich aus zwei oder drei Schmiedeisen-Sorten, wovon 24 Platten oder Schienen (das Packet wiegt anfangs wohl 20 kg) in abwechselnder Reihe auf einander gelegt und zusammengeschweißt werden, worauf man das Ganze mit höchster Vorsicht ausstreckt (damit die Schichten gerade und parallel bleiben) und das Band so um den Dorn wickelt, daß die Schichten auf der Kante stehen. Solche Rohre zeigen, mit schwacher Säure gebeizt, eine Art Damaszirung, aus lauter parallelen Schraubenlinien von heller und dunkler Farbe bestehend. — Für die Fabrikation im Großen ist es gebräuchlich, die aus Schichten oder Lagen geschweißte Schiene breit auszuwalzen und zum Gebrauch in mehrere Streifen mittelst eines Schneidwerkes (S. 149) zu zertheilen. Ein empfehlenswerthes aber kostspieligeres Verfahren besteht darin, den Lauf aus zwei neben einander um den Dorn gewickelten dreikantigen Bändern zu bilden, von welchen das eine seine Kante nach außen, das andere dieselbe nach innen kehrt, sodaß beide gegenseitig sich zur vierseitigen Gestalt ergänzen[2]). Die Schweißfugen gehen hiernach schräg durch die Wanddicke hindurch und sind folglich breiter als sonst, was eine festere Verbindung zur Folge hat.

c) Damaszirte Läufe (canon damassé). Bandläufe, wozu die Bänder aus hartem und weichem Eisen (auch wohl aus Eisen und Stahl) zusammengesetzt, durch Schweißen, Ausstrecken, Drehen und Plattschlagen vorbereitet sind (S. 33). Das Beizen geschieht wie bei andern damaszirten Arbeiten (S. 434). Je feiner der Damast werden soll, desto dünner muß das gedrehte Band sein, daher können dicke Läufe (Büchsenläufe) dieser Art nur mit einer Hülse gemacht werden. Man wickelt oft fünf Bänder neben einander auf (gleichsam wie ein fünffaches Schraubengewinde), nämlich vier damaszirte und ein schlicht gestreiftes (s. oben bei den Bandläufen).

Die größte Aufmerksamkeit ist darauf zu wenden, daß die einzelnen Bänder bei ihrer Verfertigung einen völlig gleichen Grad von Drehung erhalten, weil sie sonst ungleich große, nicht zusammenpassende Figuren geben. Der Materialaufwand zu diesen Läufen ist sehr groß wegen des höchst beträchtlichen Abbrandes bei den vielen Schweißungen: ein Lauf, der ganz fertig 1 bis 1,5 kg wiegt, erfordert manchmal 50 kg an rohem Stabeisen.

d) Drahtläufe (canon filé). Ein dünner Lauf wird mit etwas starkem Eisendrahte dicht und in vielfachen Lagen über einander regelmäßig bewickelt (sodaß das Ganze wohl Armsdicke hat), dann geschweißt. Das Futterrohr wird ausgebohrt, der fertige Lauf mit Säure gebeizt.

Die Drahtläufe sind den Bandläufen im gestreiften Ansehen ähnlich, und gewähren nicht nur gleich jenen eine der Festigkeit sehr günstige Lage der Eisenfasern, sondern auch den Vortheil, daß das Material (Draht) an sich schon größere Zähigkeit besitzt, als geschmiedetes Eisen (S. 195).

e) Doppelläufe *(double barrel)*. Die Läufe der Doppelgewehre (fusil à deux coups, *double-barrelled gun*) werden, nachdem sie auf die gewöhnliche Weise einzeln ausgearbeitet und vollendet sind, durch zwei oben und unten aufgelegte und durch Löthen befestigte eiserne Schienen (Rippen oder Reife) vereinigt. Man bewirkt

[1]) Brevets 1844, T. 29, p. 92.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 138, S. 18.

die Löthung bald durchaus mit Messing oder Silberschlagloth, bald nur auf 50 bis 100 mm vom Pulversacke mit Schlagloth und übrigens mit Zinn, durch zwei glühende Löthkolben, welche beim Pulversacke in die beiden Rohre gesteckt und allmälig bis zur Mündung vorgeschoben werden. Die Zinnlöthung ist, ungeachtet sie weniger Festigkeit gewährt, der Löthung mit Silber oder Messing vorzuziehen, weil durch starkes Erhitzen die Läufe leicht krumm werden.

In der Schäftung liegen die beiden Läufe gewöhnlich neben einander, öfters aber auch einer unter dem andern (Bockgewehr). Doppelgewehre mit einem glatten und einem gezogenen Laufe führen den Namen Büchsflinte.

f) Gezogene Läufe (S. 585). Die Verfertigung der Züge geschieht auf der Ziehbank (machine à rayer, machine à rainer, *rifling machine*, *rifling bench*). Hier ist der zu ziehende Lauf in horizontaler Lage unbeweglich befestigt. Unweit von demselben befindet sich in gleicher Unbeweglichkeit ein schon gezogenes Rohr (Zugrohr, Mutterlauf), dessen Achse in die Verlängerung der Achse des Laufes fällt. In die Höhlung des Mutterlaufes hat man Blei gegossen, wodurch ein Kolben entstanden ist, der, wenn er an seiner eisernen Stange mittelst eines Querheftes gezogen wird, sich zugleich von selbst dreht, wie der Drall der Züge es vorschreibt. Die Verlängerung der eisernen Zugstange geht in den zu bearbeitenden Lauf und trägt hier an ihrem Ende einen 150 bis 200 mm langen hölzernen Kolben mit zwei oder drei feilenartigen, 12 mm langen Schneideisen, deren aus dem Holze hervorragende Kante so breit ist, wie die Züge sein müssen. Macht nun der Bleikolben seine schraubende Bewegung hin und her in dem Mutterrohre, so beschreiben die Schneideisen ganz denselben Weg in dem neuen Laufe, und schneiden gewundene Züge in denselben ein. Durch eine angebrachte Theilscheibe kann der Mutterlauf, nebst seinem bleiernen Kolben, der Zugstange und dem hölzernen Kolben mit den Schneideisen, um bestimmte Theile des Kreises gedreht und wieder festgelegt werden, wodurch man eine beliebige Anzahl von Zügen und eine völlig gleiche Entfernung zwischen denselben erhält.

An der gewöhnlichen Ziehbank sind wesentliche Verbesserungen angebracht worden[1]), wobei man sie wohl auch in vertikaler Aufstellung arbeiten läßt[2]). Neuerdings verwendet man Ziehmaschinen, welche gleichzeitig mehrere Läufe bearbeiten; hier führen sich die Kolben nicht an einem Mutterlauf, sondern an einer verstellbaren schiefen Ebene, womit die Herstellung verschiedenen Dralles möglich ist. — Um den Zügen ihre Rauhigkeit und Schärfe zu nehmen, gießt man über eine in den Lauf gesteckte Eisenstange auf 150 bis 180 mm Länge Blei ein, und bildet so einen Kolben, der, mit Schmirgel und Oel versehen, einige Zeit hin- und hergezogen wird.

Manche Gewehrläufe werden auf glühenden Kohlen blau angelassen, nachdem man sie mit Oel bestrichen und mit Asche besiebt hat. Andere schwärzt man (S. 476), noch andere (besonders die Draht-, Band- und damaszirten Läufe) werden braun gemacht (S. 474). Das Aetzen (S. 432), Vergolden mit Blattgold (S. 459) und Graviren (S. 431) werden oft zur Verschönerung der Läufe angewendet. Mit Gold oder Silber eingelegte Schrift und Verzierung (Damaszirung, damasquinure, ouvrage damasquiné) wird hervorgebracht, indem man die Züge mit Grabsticheln oder kleinen Meißeln so einschneidet, daß sie unterwärts (d. h. nach innen) etwas breiter sind, sie mit Draht von feinem Golde auslegt und diesen hineinhämmert. Sollen die Züge der Zeichnung im Relief erscheinen, so muß der Draht so dick sein, daß er nicht gänzlich in die Vertiefungen eintreten kann, und dann vollendet man das Hervorragende mittelst angemessener Treibpunzen (S. 364, 365).

Verfertigung der Gewehrschlösser. — Sämmtliche Schloßtheile werden ganz aus gutem zähen Stabeisen geschmiedet (oder glühend in gesenkartigen Stempeln unter dem Prägwerke gepreßt)[3]), mit Ausnahme der Batterie (S. 587), bei welcher auf der Schlagfläche Stahl vorgeschweißt wird, und der Federn (Schlagfeder, Batteriefeder, Stangenfeder), welche nur aus Stahl bestehen. Beim Schmieden wer-

[1]) Bulletin d'Encouragement 1817, p. 219. — Atlas III., Tafel 47.
[2]) Armengaud, VIII. 336. — Brevets 1844, T. 28, p. 312.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 72, S. 92.

den in den großen Fabriken zahlreiche verschiedene Gesenke zu Hülfe genommen, in welche die Arbeitstücke unter dem Fallhammer eingeschlagen werden; manche Stücke werden theilweise im glühenden Zustande befeilt.

Wie oft ein Stück in das Feuer kommen muß, hängt natürlich von dessen Gestalt und Größe, sowie von der Geschicklichkeit des Schmiedes ab; im Allgemeinen kann man annehmen, daß das Schloßblech 8, die Batterie 10, der Hahn eines Steinschlosses (ohne die Oberlippe und die Schraube) 11, die Studel 2, die Stange 3, die Nuß 3, die Schlagfeder 11, die Batteriefeder 9, die Stangenfeder 4, eine der größeren Schrauben 2 Hitzen, eine der kleineren Schrauben 1 Hitze erfordert. Der Eisenabgang ist hiernach sehr ungleich und beträgt bei den verschiedenen Stücken 10 bis 30 Prozent des Gewichtes. Ein Schmied mit seinem Gesellen oder Zuschläger kann, wenn er nur Schloßblech, Batterie, Hahn, Studel und Stange schmiedet, täglich zu 8 Schlössern die genannten Bestandtheile (also 40 Stück) liefern; wenn er bloß Nüsse verfertigt, täglich bei 100 Stück; wenn er nichts als Federn macht, täglich die Federn zu 20 bis 24 Schlössern (60 bis 72 Stück).

Zu den stark gebauten Schlössern der Militärgewehre werden öfters die Schloßbleche, Hähne und einige kleinere Bestandtheile aus Eisen gegossen und dann adoucirt (S. 98).

Die geschmiedeten Bestandtheile werden durch Ausglühen erweicht (weich eingesetzt) und mit einer groben Feile von Zunder gereinigt, dann nach stählernen Lehren befeilt (bestoßen), neuerdings mit Vorliebe auf Spezial-Fräsmaschinen (deren Aufspannvorrichtung sich den einzelnen Stücken möglichst anpaßt) bearbeitet, mit den nöthigen Löchern versehen, welche man bohrt, zum Theil auch mittelst des Durchschnittes ausstößt, und kalt in Gesenken überhämmert (um dem Eisen mehr Dichtigkeit zu geben). Die Schrauben werden abgedreht und durch Schneiden in kleinen Kluppen mit den Gewinden versehen. Die übrigen Bestandtheile werden hierauf noch ein Mal geglüht, mit feineren Feilen nach den Lehren völlig genau ausgefeilt, richtig zusammengepaßt und endlich gehärtet. Was die Federn betrifft, so taucht man diese in Lehmbrei und macht sie kirschroth glühend, steckt sie schnell in kaltes Wasser, bestreicht sie mit Talg, welches man auf dem Feuer abbrennen läßt (S. 14), und löscht sie in Oel, zuletzt aber in kaltem Wasser ab. Die aus Eisen geschmiedeten Schloßtheile werden durch Einsetzen (S. 27) gehärtet, indem man die Stücke von 12 bis 25 Schlössern in einem Kasten von Eisenblech mit gepulverten verkohlten Leder-Abgängen einpackt, den Kasten oben mit nassem Lehm bedeckt, 1 bis 2 Stunden lang rothglüht, den Lehm abräumt und den ganzen Kasten in Wasser wirft. Statt dieses Verfahrens kann vortheilhaft das Bestreuen mit blausaurem Eisenkali angewendet werden (S. 27). Die Schrauben werden hierauf mit Oel benetzt und auf Kohlenfeuer abgebrannt. Das nach dem Härten folgende Poliren der Schloßtheile geschieht theils auf Scheiben von Eichenholz mit Schmirgel und Oel, zuletzt aber mit Kohlenpulver; theils aus freier Hand mit Schmirgelhölzern und dann mit Kalk oder Zinnasche. Die Nuß, die Stange und die Studel läßt man schließlich auf einem Eisenbleche über Kohlenfeuer blau oder violett anlaufen. Auch der sogenannte Trieb *(toe)*, nämlich jener Vorsprung des Pfanndeckels, womit derselbe auf der Batteriefeder gleitet, muß blau angelassen werden, damit er die Feder nicht abnutzt; man bewirkt dies, indem man jenen Theil in geschmolzenes Blei taucht oder mit einer glühenden Zange anfaßt.

Sehr oft läßt man den (alsdann schon vor dem Härten polirten) äußeren Schloßtheilen die vom Einsetzen herrührende graue Farbe, welche durch Beizen mit Essig, verdünntem Scheidewasser oder verdünnter Salzsäure noch verschönert wird. Man taucht die Stücke in die Säure, spült sie rasch zuerst in kaltem, dann in siedend heißem Wasser, legt sie (nach dem schnell von selbst erfolgenden Abtrocknen) in Oel und bürstet sie schließlich ab. Es entsteht so ein hellgraues, sehr schönes und gleichförmiges Matt, welches jedoch gegen den Rost viel empfindlicher ist, als das vom Einsetzen herrührende (gewöhnlich buntfleckige) Grau.

XX. Verzahnte Räder, Zahnräder (roues dentées, *toothed wheels*).

Das häufige Vorkommen derselben bei Maschinen aller Art macht sie zu einem so wichtigen Gegenstande, daß ihre Herstellung nicht übergangen werden darf. Von den ganz hölzernen Rädern, welche man bei älteren großen Maschinenwerken findet und bei welchen die Zähne einzeln in Löcher eines aus mehreren Theilen zusammengezimmerten Kranzes eingesetzt werden, kann hier nicht weiter die Rede sein. Zudem sind metallene Räder nicht nur bei kleinen Maschinerieen allgemein, sondern auch bei gut gebauten großen Werken vorzugsweise im Gebrauch.

Metallene Zahnräder sind entweder aus Eisen oder (bei geringer Größe) aus Messing oder Bronze verfertigt; aus Stahl macht man nur die Getriebe (pignons, *pinions*) bei kleinen und feinen Räderwerken. Eiserne Räder von der verschiedensten (nur nicht von ganz geringer) Größe werden nach hölzernen oder metallenen Modellen[1]) in Sand gegossen (S. 87), wobei sie sogleich die Zähne (dents, *teeth*) erhalten, welche man nachher, sofern es nöthig ist, durch Befeilen — unter Mithülfe einer Lehre, Zahnlehre[2]) — ausbessert und berichtigt. — Sehr große Räder gießt man auch wohl ohne Zähne, mit Löchern in dem Kranze, in welche dann hölzerne Zähne eingesetzt werden; man läßt am zweckmäßigsten ein solches Rad in ein ganz gußeisernes eingreifen, weil bei dieser Anordnung am wenigsten Geräusch entsteht, wenig Reibung stattfindet und im Falle eines Zahnbruches stets nur ein hölzerner Zahn zu Grunde geht, der leicht und schnell erneuert werden kann. Seltener findet man hölzerne Räder, auf deren Kranz gußeiserne gezahnte Segmente aufgeschraubt sind.

Bei den meisten kleinen Rädern (von etwa 100 mm Durchmesser abwärts), sowie bei feinen Verzahnungen überhaupt, werden die Zähne durch Einschneiden (fendre, *cutting*) gebildet, indem man eine glattrandige kreisrunde Scheibe aus Eisen oder Messing gießt, aus Eisen schmiedet oder aus Messingblech aushaut, derselben durch Abdrehen auf der Drehbank oder dem Drehstuhle ihre richtige Gestalt und Größe giebt, auf dem Räderschneidzeuge den Umkreis mit der gehörigen Anzahl gleich tiefer, gleich breiter und gleich weit von einander entfernter Einschnitte versieht, endlich mit Wälzfeilen (S. 351) aus freier Hand, oder auf der Wälzmaschine, die zwischen den Einschnitten stehen gebliebenen Zähne nach der richtigen Krümmung abrundet (Wälzen, Arrondiren, arrondir, *finishing*, *rounding off*).

Das Räderschneidzeug, Schneidzeug, die Räderschneidmaschine (machine à fendre [les roues], *cutting engine*, *wheel-cutting engine*, *teeth-cutting engine*, *rotchet engine*)[3]) ist nach dem Prinzipe der Kreis-Theilmaschinen (S. 240) gebaut.

---

[1]) Maschine zur Verfertigung der Zähne an hölzernen Rad-Modellen: Berliner Verhandlungen, XII. (1833), S. 37.

[2]) Lehre für konische Räder: Polyt. Centr. 1849, S. 1089. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 268.

[3]) Berthoud, Essai sur l'horlogerie, I. 23. — Borgnis, VI. 184. — Poppe, Handbuch für Uhrmacher, II. 5. — Geißler's Uhrmacher, III. 103. — Bulletin d'Encouragement, XIII. (1814), p. 182; XLII. (1843), p. 457; XLIV. (1845), p. 178. — Industriel, II. 152. — Le Blanc, Recueil. IV. Planches 11, 12. — Armengaud, IV. 310. — Jobard, Bulletin, T. 39, p. 8. — Brevets 1844, T. 7, p. 134; T. 8, p. 188. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XI., S. 329. Artikel: Räderschneidzeug. — Berliner Verhandlungen, XIV. (1835), S. 67; 1870, S. 91. — Gewerbe-Blatt für Sachsen 1844, S. 105. — Sächsisches Gewerbe-Blatt, von F. G. Wieck, I. Jahrg. Chemnitz 1842. S. 84. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 25. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 13, 14. — Polyt. Centr. 1849, S. 899; 1861, S. 1389. — Polyt. Journ., Bd. 33, S. 3; Bd. 97, S. 410; Bd. 159, S. 250. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 450. — Atlas III., Taf. 18. — Havequez, Machine portative à tailler les engrenages cylindriques et coniques. Paris 1872.

An einer vertikalen Achse ist in horizontaler Ebene die Theilscheibe (plate-forme, *division-plate*) von 120 mm bis 1,00 m und mehr im Durchmesser befestigt, auf deren oberer Fläche viele konzentrische Kreislinien gezogen sind. Jeder dieser Kreise ist in eine andere Anzahl von gleichen Theilen getheilt, und die Theilpunkte sind durch gebohrte trichterförmige Löcher oder Grübchen bezeichnet. Unabhängig von der Theilscheibe befindet sich an dem Gestelle der Maschine ein eiserner oder stählerner Arm, die Alhidade (alidade, *alhidada*), mit einem Ende um ein Scharnier horizontal beweglich, nahe am andern Ende eine senkrechte, kegelförmige stählerne Spitze tragend, welche in einen beliebigen Punkt der Scheibe eingesetzt werden kann, indem man die Alhidade nach Erforderniß durch Drehung um ihr Scharnier auf die betreffende Stelle führt. So lange die Spitze in einem Loche der Theilscheibe steht, ist der letztern freie Drehung gehindert, und man kann, mit der noch näher anzugebenden Vorrichtung, einen Einschnitt in das Rad machen, welches oben auf der Achse der Theilscheibe, mit dieser parallel und konzentrisch, befestigt worden ist. Wird hierauf die Spitze der Alhidade ausgehoben und, nach geringer Drehung der Scheibe, in einen folgenden Theilpunkt wieder eingesetzt, so hat auch das Rad einen entsprechenden Bogen beschrieben. Man macht sodann den zweiten Einschnitt und fährt auf diese Weise fort, bis Rad und Theilscheibe endlich den ganzen Kreis durchlaufen haben und der Umfang des Rades mit Einschnitten angefüllt ist.

Angenommen, man habe ein Rad mit 48 Zähnen zu schneiden, so wird man auf der Theilscheibe den in 48 Theile getheilten Kreis aufsuchen und auf die beschriebene Art gebrauchen, wobei nach jedem Schnitte die Scheibe und das Rad $^1/_{48}$ einer Umdrehung machen. Man sieht leicht, daß ein Kreis, dessen Theilzahl ein Vielfaches von 48 ist, z. B. 96 oder 144, die gleichen Dienste leistet, wenn man bei jedem Fortrücken, statt eines Theiles zwei oder drei Theile nimmt. Um in solchen Fällen das Abzählen zu ersparen und Irrthümer zu vermeiden, ist es gut, die Löcher der am häufigsten gebrauchten Faktoren-Theilungen auf irgend eine Weise auszuzeichnen[1]). Durch ein eigenthümliches Verfahren kann man auch Zahlen schneiden, die weder einfach noch vervielfacht auf der Scheibe vorhanden sind[2]).

Die Vorrichtung zum Einschneiden selbst besteht aus einem Schneidrade (einer Fräse, fraise, molette, *cutting-file*, S. 353) von 12 bis 80 mm oder mehr Durchmesser, dessen Achse in horizontaler Lage zwischen zwei Spitzen sich umdreht und entweder durch den Drehbogen (S. 306) oder — bei großen Schneidzeugen — durch eine Rolle, ein Rad und einen endlosen Riemen, auch wohl durch Rad, Getriebe und Kurbel, in schnelle Bewegung gesetzt wird (beim Schneiden guß- oder schmiedeiserner Räder Umfangsgeschwindigkeit durchschnittlich 350 mm auf 1 Sekunde). Daß das Schneidrad eine der Breite der Zähne angemessene Dicke haben und daß daher ein Vorrath verschiedener solcher Räder zur Hand sein muß, versteht sich von selbst. Große Schneidräder setzt man aus mehreren (z. B. sechs) Theilen zusammen[3]). Der Theil des Gestelles, in welchem das Schneidrad liegt, läßt sich durch eine Schraube der Achse der Theilscheibe näher bringen oder von derselben entfernen, wie die Größe des einzuschneidenden Rades es erfordert.

Winkelräder (**Kegelräder, konische Räder**, roues d'angle, ***bevil wheels, bevelled wheels***) und **Kronräder** (roues de champ, ***crown-wheels***) kann man durch Modifikationen in der Stellung der Radachse zum Schneidrade ebenso leicht verfertigen, wie Stirnräder; nur muß an ersteren (den Kegelrädern) die richtige Verjüngung der Zähne erst durch nachträgliches Ausfeilen erzeugt werden, sofern nicht schon beim Einschneiden Kunstgriffe angewendet werden, welche das Verfahren etwas weitläufig und schwierig machen. Indessen ist allerdings durch besondere Konstruktion auch zu erreichen,

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 53 (1847), S. 379.
[2]) Jahrbücher, X. 88. — Bulletin d'Encouragement, XXIII. (1824), p. 162. — Polyt. Journ., Bd. 15, S. 394.
[3]) Bulletin de Mulhausen, XVIII. 273. — Jobard, Bulletin, VII. 81.

daß das Schneidzeug selbstthätig die Kegelradzähne richtig formt[1]). Um schräge Zähne (z. B. an dem Rade einer Schraube ohne Ende) einzuschneiden, läßt sich die Achse des Schneidrades dermaßen schräg stellen, daß sie unverändert in der ursprünglichen vertikalen Ebene bleibt. Streng genommen sollten hierbei die Zähne Theile von Schraubengängen sein, was bei geringer Dicke des Rades vernachlässigt werden kann. Richtige Schraubenräder (roues à dents héliçoides) und zwar sowohl zylindrisch als konisch, erfordern eine Einrichtung, vermöge welcher gleichzeitig die Fräse über die Dicke des Rades hin fortschreitet und letzteres mit der Theilscheibe um einen entsprechenden Winkel verdreht wird[2]). Statt der Theilscheibe wird zuweilen ein Zahnrad oder eine Verbindung von Zahnrädern mit Schraube ohne Ende angebracht[3]). Ja man kann sogar die Anordnung treffen, daß die Schraube ohne Ende auf dem Umfange ihrer Gewindgänge gekerbt (sägenartig gezahnt) ist und in das zu schneidende Rad selbst eingreift, welches sie Zahn um Zahn weiterdreht, während das Schraubengewinde als Fräse wirkt[4]). Große Schneidmaschinen sind oft nach Art einer Drehbank gebaut, an deren Spindel, mittelst einer Planscheibe (S. 300), das zu schneidende Rad eingespannt wird.

Die Wälzmaschine (Zahnwälzmaschine, Finirmaschine, Arrondirmaschine, machine à arrondir, *finishing engine*)[5]) wird nur zum Abrunden der Zähne bei kleinen Rädern (in Uhren) gebraucht, und selbst hier nicht allgemein, indem man sich häufig auf die Anwendung der aus freier Hand zu gebrauchenden Wälzfeilen beschränkt. Bei der gewöhnlichsten Wälzmaschine (outil à planche) wird das eingeschnittene Rad mit seiner horizontal liegenden Achse oder Welle dergestalt angebracht, daß es sich leicht drehen, aber auch feststellen läßt. Die Feile, welche gerad und 25 bis 50 mm lang ist, befindet sich an einem auf Rollen laufenden, horizontalen messingenen Schieber (planche) und wird sammt demselben mit der Hand, parallel zur Radachse, hin und her bewegt. Sie hat zwei konkave Aushöhlungen oder Furchen, welche nach Art eines einfachen Feilenhiebes gekerbt und von solcher Gestalt sind, daß sie die einander zugekehrten Hälften zweier benachbarten Zähne gleichzeitig abrunden[6]). — Andere Maschinen verrichten das Wälzen mittelst einer Fräse und drehen dabei selbstthätig das Rad Zahn nach Zahn herum; von dieser Art ist der aus Frankreich stammende Arrondisseur hélicoïdal[7]) und eine auf dem Schwarzwalde erfundene Vorrichtung[8]).

Es gewährt eine große Zeitersparniß, wenn das Wälzen der Zähne mit dem Einschneiden verbunden, d. h. dem Zahne durch das Einschneiden selbst sogleich die richtige Abrundung gegeben wird. Hierauf sind denn in der That viele Bemühungen gerichtet worden. Die Fräse des Räderschneidzeuges erfüllt die doppelte Aufgabe des Einschneidens und Abrundens, wenn ihr Profil eine angemessene, zu beiden Seiten ausgehöhlte Gestalt hat (Arrondirfräse). Diese ist aber nur bei Fräsen von etwas bedeutender Größe leicht mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen, weshalb auch meist nur größere Schneidzeuge zum Rundeinschneiden mittelst Fräsen vorgerichtet zu werden pflegen. Im Allgemeinen ist es vortheilhafter, statt der Fräse einen einzelnen Zahn, Schneidzahn, d. h. einen stählernen Meißel anzuwenden, dessen Schneide die Gestalt der Zahnlücke (des Zwischenraumes zweier Radzähne) mit Einschluß der Abrundung besitzt. Ein solcher Schneidzahn wird quer durch die Achse, welche sonst die Fräse trägt, eingesteckt; diese Achse muß aber alsdann eine weit größere Umdrehungsgeschwindigkeit empfangen.

---

1) Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereins 1862, S. 186. — Polyt. Journ., Bd. 168, S. 248. — Deutsche Gewerbezeitung 1863, S. 264. — Polyt. Centr. 1863, S. 107.

2) Génie ind., T. 12, p. 255. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 66. — Polyt. Centr. 1857, S. 364.

3) Hütte 1857, Taf. 22; 1858, Taf. 8.

4) Polyt. Journ., Bd. 136, S. 185

5) Berthoud, Traité des horloges marines, p. 375. — Geißler's Uhrmacher, IV. 89. — Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, herausgegeben von J. A. Hülsse, Bd. I. (Leipzig 1841), S. 275. Artikel: Arrondirmaschine.

6) Maschine zur Verfertigung dieser Wälzfeilen: Jahrbücher, VI. 262.

7) Polyt. Centr., Bd. VII. (1847), S. 252.

8) Polyt. Journ., Bd. 73, S. 252.

als bei Anwendung der Fräse nöthig und zweckmäßig ist[1]). Man bringt auch wohl mehrere, auf dem Umkreise einer Scheibe eingesetzte, Schneidzähne an[2]) oder gebraucht eine Arrondirfräse in Gestalt eines Scheibensegmentes, welche nach Art des Schneidzahnes wirkt, aber ein sehr oftmaliges Nachschärfen gestattet[3]). — Bei der Verfertigung großer Radzähne empfiehlt sich die Benutzung des Prinzipes der Hobelmaschine, da ein geradlinig bewegter Schneidzahn zwar langsamer geht, aber eine mehr gesicherte Führung haben und einen weit dickeren Span nehmen kann, sodaß zufolge des letzterwähnten Umstandes die Arbeit doch sehr rasch geht (Radhobelmaschine)[4]).

Die kleinen stählernen Getriebe in Uhren werden aus Triebstahl (S. 209) verfertigt, von welchem man ein hinreichend langes Stück so abfeilt und abdreht, daß nur auf einem Theile der Länge die Zähne (ailes, *teeth*, *leaves*) stehen bleiben, das Uebrige aber die Welle bildet. Die Zähne arbeitet man sodann mit Triebfeilen (S. 352) aus. Größere Getriebe werden auf dem Räderschneidzeuge oder auf eigenen Getriebmaschinen (machine à pignons)[5]) mit Fräsen eingeschnitten und dann gleich den Rädern gewälzt. Laternen-Getriebe (lanternes), die aus runden, zwischen zwei Scheiben im Kreise eingesetzten Stöcken bestehen, können mittelst einer Maschine[6]) verfertigt werden, welche die nöthigen Löcher durch beide Scheiben zugleich bohrt (sodaß man der völlig parallelen Stellung der Stöcke versichert ist), und mittelst einer Theilscheibe die richtige Vertheilung der Löcher im Kreise hervorbringt. — Maschinen besonderer Art sind angegeben worden, um die starken eisernen Getriebe für Winden durch Ausfräsen und Hobeln mit den Zähnen zu versehen (S. 270).

Zahnstangen (crémaillère, *rack*), in welche ein Getriebe einzugreifen bestimmt ist, werden, sofern sie groß und grob verzahnt sind, meist aus Eisen gegossen; durch Einschneiden dagegen bildet man die feinere Verzahnung an kleinen Stangen, welche am häufigsten aus Messing bestehen. Dazu giebt es verschiedene Verfahrungsarten. Die Zahntheilung mittelst des Zirkels zu machen, dann die Zähne mittelst der Säge einzustreichen und mit der Feile abzurunden, ist weitläufig und höchstens als Nothbehelf zulässig. Weit förderlicher ist schon die Anwendung einer eigenen Zahnstangensäge (Triebstangensäge)[7]), welche ohne voraus verfertigte Eintheilung den richtigen Abstand der Zähne, zugleich die richtige Tiefe der Einschnitte, sichert. Die vollkommenste Methode besteht darin, den Schneidapparat des Räderschneidzeuges (Fräse nebst Bewegungsvorrichtung) mit einer geraden Theilmaschine (S. 243) in Verbindung zu setzen. — Wo es sich um fabrikmäßige Darstellung kleiner Zahnstangen (z. B. zu den Dochtwinden der Lampen) handelt, kann folgendes sehr praktische Verfahren empfohlen werden: Man biegt und löthet aus starkem Messingblech einen Hohlzylinder von 100 bis 120 mm Durchmesser, dreht ihn äußerlich ab und schneidet auf demselben mittelst einer Schraubenschneidmaschine (S. 334) ein Gewinde, dessen Gang die Form des Triebstangenzahnes hat. Hiernach wird der Zylinder durch Sägenschnitte in vier gleiche Segmente zertheilt, jedes der letzteren mittelst eines hölzernen Hammers flachgerichtet und endlich mittelst einer kleinen Kreissäge (S. 263) — rechtwinklig gegen die Schraubengänge — in dünne Streifchen zerschnitten.

XXI. Uhren[8]).

Allgemeine Bemerkungen. Man muß an einer Uhr, in ihrer einfachsten Gestalt als bloßes Gangwerk (mouvement, *movement*), drei Vorrichtungen unterscheiden: den Bewegungs-Apparat, das Räderwerk und den Regulator. Unter dem

---

[1]) Armengaud, II. 3, 57.
[2]) Berliner Verhandlungen, XVIII. (1839), S. 111.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 133, S. 90. — Mittheilungen 1854, S. 96.
[4]) Brevets, XXXIX. 359. — Armengaud, III. 207, 233. — Berliner Verhandlungen, XXIII. (1844), S. 211.
[5]) Technolog. Encyklopädie, XI. 408.
[6]) Jahrbücher, VIII. 53.
[7]) Technolog. Encyklopädie, XII. 147.
[8]) Berthoud, Essai sur l'horlogerie, 2 Tomes, Paris 1763. — Berthoud, de la mesure du temps, Paris 1787. — Berthoud, Histoire de la

letztern hat man einen Maschinentheil zu verstehen, der — einmal in Bewegung gesetzt — durch längere oder kürzere Zeit von selbst fortfährt, gleichdauernde wiederkehrende Bewegungen (Schwingungen) zu machen. Bei einigen Uhren ist dies ein Pendel (pendule, *pendulum*), bei andern ein Schwungrad (die Unruhe, balancier, *balance*) in Verbindung mit einer spiralförmig gewundenen Stahlfeder (Spiralfeder, spiral, ressort spiral, *spiral*, *spring*): demnach zerfallen die Uhren in Pendel-Uhren (pendules, *clocks*) und Unruh-Uhren (montres, *watches*).

Die Schwingungen eines Pendels sind desto schneller, je kürzer dasselbe ist, und zwar wächst die Zahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit nach dem Verhältnisse, wie die Quadratwurzel der Pendellänge abnimmt: ein Pendel also muß z. B. auf den vierten oder neunten Theil seiner Länge verkürzt werden, damit es zwei oder drei Mal schneller schwinge. Ist das Sekunden-Pendel (welches in jeder Sekunde genau ein Mal oder in der Stunde 3600 Mal schwingt), vom Aufhängungspunkte zum Schwingungspunkte gemessen, unter der geographischen Breite von Hannover 994,2262 mm lang, so folgt die Länge des Pendels

für 4800	Schwingungen	in 1	Stunde	= 559,25	mm
„ 6000	„	„ „	„	= 357,92	„
„ 7200	„	„ „	„	= 248,56	„
„ 8000	„	„ „	„	= 201,33	„
„ 8400	„	„ „	„	= 182,61	„
„ 9000	„	„ „	„	= 159,08	„
„ 9600	„	„ „	„	= 139,81	„

Dabei werden sehr kleine Schwingungen vorausgesetzt.

Bei einer Unruhe sind die Schwingungen desto schneller, je kleiner und leichter das Schwungrad, je stärker und kürzer die Spiralfeder ist. Sind alle diese Verhältnisse gegeben, so ist es auch die Dauer einer einzelnen Schwingung, mithin die Zahl von Schwingungen in gewisser Zeit, z. B. in einer Stunde.

Der Regulator einer Uhr giebt also durch sich selbst ein kleines aber genau zu bestimmendes Zeitmaß, nämlich das einer einzelnen Schwingung. Wird die Dauer der Schwingung als z. B. $^1/n$ einer Stunde angenommen, so handelt es sich darum,

---

mesure du temps, 2 Tomes, Paris 1802. — Essai sur les montres à répétition, par F. Crespe. Genève 1804. — Essai sur l'histoire abrégée de l'horlogerie, par L. Perron. Paris et Besançon 1834. — Des applications de la mécanique à l'horlogerie par M. H. Résal. Paris 1868. — Geißler's Uhrmacher. — Poppe, Handbuch für Uhrmacher, 2 Bde. Leipzig 1810. — Die Uhrmacherkunst. Aus dem Französ. von G. Wolbrecht. Leipzig 1829. — U. Jürgensen, Allgemeine Grundsätze der genauen Zeitmessung durch Uhren. Leipzig 1840. — Die höhere Uhrmacherkunst, von U. Jürgensen. Kopenhagen 1842. (Neuere Bearbeitung des vorstehenden Werkes). — Praktische Lehre oder Anweisung über den Uhrenbau, von J. M. Stöckel. München 1820. — Handbuch für Landuhrmacher, von J. Auch. Ilmenau 1827. (30. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Vollständiges Handbuch der Uhrmacherkunst, von E. Schreiber. 4. Aufl. Weimar 1865. (171. Bd. des Neuen Schauplatzes). — Beschreibung der Hemmungen der höheren Uhrmacherkunst. Anleitung zur Anfertigung dieser Hemmungen, ꝛc. Von J. H. Martens. Furtwangen und Leipzig 1858. — Die Kunst, die Edelsteine für die Zwecke der Uhrmacherei zu bearbeiten. Nach Dumontier und Jürgensen. Weimar 1845. — G. Heidner, die Schule des Uhrmachers. Wiesbaden 1865. — M. Großmann, der freie Ankergang für Uhren. Glashütte 1866. — E. Georgi, Handbuch der Uhrmacherkunst. Altona 1867. — M. L. Booth, New and complete clock and watchmakers Manual. New-York 1869. — Karmarsch, Mechanik, S. 39, 41, 62, 177, 241, 242, 249, 254, 257, 272, 283. — Werkzeugsammlung, S. 125. — Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. Artikel: Drehstuhl; Bd. V. Artikel: Federn, S. 510; Bd. XIX. Artikel: Uhren. — Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, I. Band. Braunschweig 1862, S. 26. — Jahrbücher, I. 328; VI. 14, 53; X. 1; XX. 78. — Viele zerstreute Artikel in technischen Zeitschriften. (Schwarzwälder-Uhren: Polyt. Journ., Bd. 75, S. 273, 350, 431).

n Schwingungen mechanisch abzuzählen und deren Verlauf durch das Fortschreiten des Zeigers (Uhrzeigers, Weisers, aiguille, *hand*) um den Raum einer Stunde auf dem Zifferblatte (cadran, *dial*) anzuzeigen. Hierzu dient das Räderwerk einer Uhr.

Die Bewegung eines ins Schwingen versetzten Pendels oder einer Unruhe würde aber bald (in Folge der Reibungen und des Luft-Widerstandes) ein Ende erreichen, wenn man nicht dahin wirkte, fortwährend durch einen neuen Antrieb den Theil der Kraft zu ersetzen, der durch jene Hindernisse unwirksam wird, gleichsam verloren geht. Hiermit ist der Zweck des Bewegungs-Apparates ausgesprochen, der in einem Gewichte oder einer Feder besteht (Gewicht-Uhren, Feder-Uhren), und dessen Kraftäußerung durch das Räderwerk (dies ist die zweite Bestimmung desselben) auf das Pendel oder die Unruhe übertragen wird.

Bei den Gewicht-Uhren hängt das bewegende Gewicht an einem Seile, einer Schnur, Darmsaite oder Kette, welcher an einer eisernen, messingenen oder hölzernen Walze (tambour, *barrel*) befestigt und um dieselbe aufgewickelt ist. Indem das Gewicht allmälig sinkt, wickelt es die Schnur 2c. ab, dreht dadurch die Walze um, und setzt (weil sich an letzterer das erste Rad der Uhr, das Walzenrad, Bodenrad, befindet) das Räderwerk in Gang. Durch das Gesperr (encliquetage, ein Sperr-Rad mit Sperr-Kegel) ist die Walze so mit ihrem Rade verbunden, daß letzteres sich nicht mit bewegt, wenn man durch das Aufziehen mit dem Schlüssel (statt dessen bei den größten Uhren eine Kurbel angewendet wird) die Walze umgekehrt dreht, um das Gewicht wieder aufzuwinden.

Bei den Feder-Uhren ist eine lange, höchst elastische, spiralförmig zusammengewundene Stahlfeder (Uhrfeder, ressort, *spring*) in einem messingenen zylindrischen Federhause (tambour, barillet, *barrel*) eingeschlossen und mit einem Ende an der Wand des Hauses, mit dem andern an dessen Achse (dem Federstifte, dem Wellbaum, arbre du barillet, *arbor*) befestigt. Entweder ist das Federhaus unbeweglich; der Wellbaum spannt, indem er mittelst des Schlüssels umgedreht wird, die Feder und wird nachher von dieser, indem sie sich ausbreitet, wieder (jedoch in entgegengesetzter Richtung) umgedreht. Oder der Wellbaum ist in einer einzigen Richtung beweglich, nach welcher er beim Aufziehen gedreht wird, und das Federhaus dreht sich beim Gange der Uhr um den nun unbeweglichen Wellbaum. Oder endlich es dreht sich das nach beiden Seiten bewegliche Federhaus um den ganz feststehenden Wellbaum sowohl beim Aufziehen, als während des Ganges. Im ersten Falle ist das erste Rad der Uhr (das Federhaus-Rad, roue de barillet) an dem Federstifte angebracht und durch ein Gesperr mit demselben verbunden; im zweiten Falle ist das Federhausrad am Federhause selbst fest; im dritten Falle dreht das von der Feder in Bewegung gesetzte Haus mittelst der Kette (chaîne, *chain*, S. 494) eine Schnecke (fusée, *fusee*) um, an welcher sich das erste Zahnrad (Schneckenrad, roue de fusée) befindet. Daß auch hier das Gesperr (Schneckenrad) nicht fehlen darf, um das Schneckenrad mit der Schnecke in geeigneter Weise zu verbinden, damit das Räderwerk stehen bleiben kann, während beim Aufziehen die Schnecke entgegengesetzt umgedreht wird, ist von selbst klar. Die Schnecke hat die Bestimmung, den im Gange allmälig an Kraft abnehmenden Zug der Feder zu reguliren, d. h. mit gleichmäßiger Stärke auf das Räderwerk zu übertragen. Doch erspart man bei vielen Uhren die Schnecke durch Anwendung einer sehr langen Feder (welche eine gewisse Zeit lang hinreichend gleichmäßig wirkt) und bedient sich dann der für den ersten und zweiten Fall angegebenen Einrichtungen.

Pendeluhren. — Hierzu gehören die Thurmuhren und Hausuhren (horloges), astronomischen Uhren, Wanduhren und die meisten Tischuhren. Bis auf die zuletzt genannten, welche in der Regel Federuhren sind, werden sie sämmtlich durch Gewichte bewegt, die eine gleichförmige Kraft gewähren und hierin den Federn weit vorzuziehen sind. Das Pendel besteht aus der Stange (tige, *rod*), der Linse (lentille, *bob*) und der Aufhängung (suspension, *suspension*).

Kleine Pendel hängt man an einem Seidenfaden auf, größere an einem kurzen geraden Stücke einer dünnen Uhrfeder (suspension à ressort), seltener auf einer Schneide (couteau) von gehärtetem Stahle. Der Theil der Uhr, welcher das Pendel mit dem Räderwerke in Verbindung setzt, ist die Hemmung (échappement, *escapement*), auch wohl der Gang genannt. Die Hemmung (diesen Namen führt sie, weil ohne sie das Uhrwerk äußerst schnell ablaufen würde) besteht aus dem Hemmungsrade, Steigrade (roue de rencontre, *escapement wheel*) mit schräg eingeschnittenen oder auf andere eigenthümliche Weise geformten Zähnen und aus dem Anker (ancre), einem nach seiner Gestalt benannten Theile, dessen zwei Arme zwischen die Steigradzähne eingreifen. Der Anker hängt mit dem Pendel durch die Gabel (fourchette) zusammen. Während einer Umdrehung des Steigrades erfolgen doppelt so viel Pendelschwingungen als jenes Rad Zähne enthält.

Die Pendelstange verlängert sich durch Wärme und verkürzt sich durch Kälte; im ersteren Falle muß die Uhr (wegen der langsameren Schwingungen eines längeren Pendels, S. 600) zurückbleiben, im zweiten Falle dagegen voreilen. Bei sehr genauen Uhren vermeidet man diese Abweichungen durch Anbringung eines Kompensations-Pendels (pendule à compensation, *compensation pendulum*), welches so eingerichtet ist, daß bei Temperatur-Aenderungen der Schwingungspunkt in gleicher Entfernung von der Aufhängung bleibt, mithin die Schwingungen nicht schneller oder langsamer werden. Das Rostpendel (pendule à gril), mit einer rostähnlich aus Eisen- und Messingstäben zusammengesetzten Stange, und das Quecksilberpendel (welches an einfacher Stange statt der Linse ein eisernes Gefäß mit Quecksilber trägt) gehören hierher.

Die Zahl der im Gangwerke einer Pendeluhr nöthigen Räder hängt von der Zeit ab, welche die Uhr in einem Aufzuge gehen soll. Für eine Achttage-Uhr z. B. gebraucht man ohne das Steigrad vier Räder und ebensoviel Getriebe. Die Zähne-Anzahlen müssen sich dergestalt nach den Schwingungen des Pendels richten, daß eines der Räder (das Minutenrad) genau in einer Stunde einen Umgang macht. Es sei z. B. ein Pendel gewählt, welches 8400 Schwingungen in der Stunde macht (S. 619). Man kann unter dieser Voraussetzung dem Bodenrade A (S. 619) 72 Zähne geben. Dieses Rad greift in ein Getriebe a von 12 Zähnen, an welchem sich ein zweites Rad B von 60 Zähnen befindet. Durch das Rad B wird ein 8zähniges Getriebe b umgedreht, mit welchem ein 72zähniges Rad C an gemeinschaftlicher Achse sich befindet. Letzteres greift in ein Getriebe c von 6 Zähnen, welches konzentrisch mit einem 60zähnigen Rade D verbunden ist. Indem endlich das Rad D ein Getriebe d von 6 Zähnen in Bewegung setzt, dreht es hierdurch das an demselben befindliche Steigrad um, welches im vorliegenden Falle 35 Zähne bekommt. Da während einer Umdrehung des Steigrades auf jeden Zahn desselben zwei Schwingungen des Pendels kommen, so muß das gegenwärtige Steigrad $\frac{8400}{2 \cdot 35} = 120$ Umgänge in einer Stunde machen. Aus den angeführten Zähne-Anzahlen des Räderwerkes läßt sich leicht berechnen, daß unter dieser Voraussetzung das Rad D 12 Umdrehungen, das Rad C (Minutenrad) 1, das Rad B $^2/_{15}$ und das Walzenrad A $^1/_{45}$ Umdrehung vollbringt. Letzteres macht also einen Umgang in 45 Stunden, und die Walze muß, wenn die Uhr 9 Tage oder 216 Stunden lang gehen soll, in einem Aufzuge $4^4/_5$ oder nahe 5 Mal sich um ihre Achse drehen. Von der Achse des Minutenrades C, welche den Minutenzeiger (aiguille des minutes, aiguille à minutes, *minute hand*) trägt, wird durch Zwischenräder (das sogenannte Vorlegewerk, Zeigerwerk, quadrature, cadrature, minuterie, *dial-train*, *hour-train*) der Stundenzeiger (aiguille des heures, *hour hand*) mit seiner 12 Mal geringeren Geschwindigkeit umgedreht.

Besondere Vorrichtungen, welche man oft mit dem Gangwerke der Pendeluhren in Verbindung bringt, sind: der Sekundenzeiger (aiguille des secondes, *seconds hand*), Datumzeiger, das Schlagwerk (sonnerie, *striking work*), der Wecker (réveil, *alarm*, *alarum*).

Unruh-Uhren. — Außer den Taschen-Uhren gehören hierzu die Reiseuhren, manche kleine Tischuhren, endlich die Chronometer; alle sind zugleich Feder-Uhren, da eine Gewichtuhr nicht tragbar ist. Die Chronometer (von ihrem Gebrauch in der Schifffahrt auch Längenuhren, Seeuhren ge-

nannt) müssen, da von ihnen die äußerste Regelmäßigkeit des Ganges gefordert wird, mit einer Kompensations-Unruhe versehen sein, deren Schwingungszeit bei Temperaturwechsel unverändert bleibt.

Das Gangwerk der gewöhnlichen Taschenuhren begreift (das Steigrad der Hemmung ungerechnet) vier Räder und vier Getriebe. Das Schneckenrad A (oder das Federhausrad, wenn keine Schnecke vorhanden ist, S. 601) greift in das erste Getriebe a (Minutenrad-Getriebe), an dessen Welle sich das große Bodenrad, Minutenrad (roue des minutes, grande roue moyenne, roue de longue tige) befindet. Dieses Rad setzt das zweite oder Mittelrad-Getriebe b in Bewegung, mit welchem konzentrisch das Mittelrad oder kleine Bodenrad (petite roue moyenne) C verbunden ist. Durch den Eingriff des letzteren in das Kronrad-Getriebe c wird das Kronrad (roue de champ, *crown-wheel*) D umgedreht, welches wieder in das am Steigrade (roue de rencontre, *balance wheel*) E befindliche Steigrad-Getriebe d eingreift. Zwischen die Zähne des Steigrades endlich faßt die Spindel (verge, *verge*) mit ihren beiden Lappen, welche die Achse der Unruhe ist. Das kronenartige schräg gezahnte Steigrad mit der Spindel bildet die sogenannte Spindel-Hemmung (échappement à verge), an deren Stelle in feineren Uhren die Zylinder-Hemmung (échappement à cylindre) oder eine andere, die Unvollkommenheiten der Spindel vermeidende Hemmung tritt. Bei jedem Umgange des Steigrades kommen zwei Schwingungen der Unruhe auf einen Steigrad-Zahn; man giebt dem Steigrade 9, 11 oder 13 Zähne, und läßt die Unruhe gewöhnlich ungefähr 18000 Schwingungen in der Stunde machen, weil langsam schwingende Unruhen zu sehr von äußeren Umständen (Erschütterungen, anhaltendes Ruhigliegen der Uhr, ꝛc.) gestört werden und einen weniger richtigen Gang geben. Hiernach muß die Berechnung des Räderwerkes so angelegt werden, daß das Minutenrad in einer Stunde ein Mal sich umdreht. Als Beispiel können folgende Zahlen gelten:

Schneckenrad	A	72	Zähne,			
Minutenrad	B	80	„	dessen Getriebe	a	12 Zähne.
Mittelrad	C	84	„	„ „	b	8 „
Kronrad	D	64	„	„ „	c	8 „
Steigrad	E	11	„	„ „	d	8 „

Hiernach macht in einer Stunde (während das Rad B genau ein Mal herum kommt) das Steigrad $\frac{80 \,.\, 84 \,.\, 64}{8 \,.\, 8 \,.\, 8} = 840$ Umdrehungen, die Unruhe $840 \,.\, 11 \,.\, 2 = 18480$ Schwingungen, das Schneckenrad $1/6$ Umgang. Soll die Uhr 30 Stunden in einem Aufzuge gehen, so sind hierzu 5 Umdrehungen der Schnecke erforderlich. Das Zeigerwerk ist wie bei der Pendeluhr eingerichtet (S. 602). Der richtige Gang der Taschenuhr wird erreicht, indem man nach Erforderniß den schwingenden Theil der Spiralfeder etwas verkürzt oder verlängert und hierdurch die Schwingungen beschleunigt oder verzögert (S. 600). Hierzu dient die Stellung oder Korrektion (avance et retard). — Ein Sekundenzeiger und ein Remontoir (Mechanismus zum Aufziehen der Uhr mittelst eines an derselben verbleibenden gerändelten Knopfes) sind Vorrichtungen, welche oft an den Taschenuhren angebracht werden.

Verfertigung der Uhren. Wie im Vorstehenden nur ein flüchtiger und äußerst gedrängter Abriß von den Haupt-Einrichtungen der Uhren gegeben werden konnte, so ist es hier ganz unmöglich, mit einigem Anscheine von Vollständigkeit die Verfertigung der Uhrwerke zu beschreiben: ein eigenes umfangreiches Werk würde dazu erforderlich sein, indem keine Kunst mit so vielen und mannigfaltigen Hülfsmitteln arbeitet, als gerade die der Uhrmacher. Außer den für allgemeine Zwecke bestimmten Werkzeugen, als: Schraubstock, Feil- und Stielkloben, Zirkel, Hämmer, Meißel, Grabstichel, Blechscheren, Sägen, Durchschnitt (bei fabrikmäßiger Uhren-Erzeugung), Bohrer, Reibahlen, Senker, Feilen (S. 351), Zangen, Drehbank und Drehstuhl, Schraubenbleche und Schneidkluppen, Schleifsteine, Schleifmaschine (S. 419), Polirfeilen (S. 430), Löthrohr, u. s. w. — gebraucht der Uhrmacher noch eine Menge besonderer Instrumente und kleiner Maschinen, welche ihm die Ausarbeitung einzelner Uhr-Bestandtheile erleichtern oder beim Zusammensetzen der Werke behülflich sind, ꝛc.

Es möge hier die Angabe einiger der vorzüglichsten jener Hülfsmittel genügen, deren nähere Erörterung sich mit dem Raume dieses Werkes nicht verträgt und deren Erklä-

rung überdies ohne Hülfe von Zeichnungen meistentheils eben so mißlich als weitläufig sein würde:

1) Zur Verfertigung der Räder: Räderschneidzeug (S. 596); Wälzfeilen und Wälzmaschine (S. 598) zum Abrunden der Zähne; — Kronrad-Polirmaschine[1]); — Eingriff-Zirkel (outil d'engrenage, compas aux engrenages, *depthening tool*), um den Eingriff der Räder in die Getriebe zu prüfen, und die gehörige Entfernung der Zapfenlöcher für die Räderwellen zu bestimmen.

2) Zu den Getrieben: Getriebmaschine (S. 599), zum Einschneiden und Wälzen; — Triebfeilen (S. 352), zur Ausarbeitung der Getriebzähne aus freier Hand; Klöbchen zum Poliren der Facetten (outil à polir la face des pignons, *pinion facing tool*).

3) Zu den Gewicht-Walzen und Federhäusern: Maschine zum Eindrehen einer schraubenförmigen Rinne für die Schnur auf den Gewicht-Walzen der Pendeluhren; — Federhaus-Drehstift (arbre à barillets, *barrel arbor*); — Federwinder (estrapade, *spring tool*) zum Einsetzen der Feder in das Haus, und zum Herausnehmen derselben.

4) Zur Schnecke: Schneckenschneidzeuge verschiedener Art (machine à tailler les fusées, m. à rayer les fusées, *fusee engine*)[2]), um den Schraubengang auf der Schnecke einzuschneiden, worin die Kette liegt; Abgleichstange (levier pour égaliser la fusée, *adjusting tool*)[3]), um die Richtigkeit der Schnecke in Bezug auf die veränderliche Kraft der Uhrfeder zu prüfen; Schnecken-Drehstift oder Schneckenauslaufer, Schneckenablaufer (arbre à fusées), die Tiefe des Schraubenganges auf der Schnecke zu berichtigen; Schneckenabgleicher (*fusee tool*, *fusee turn*), zu dem nämlichen Zwecke.

5) Zur Hemmung und Unruhe: Steigrad-Schneidzeug (machine à fendre les roues de rencontre, *balance-wheel engine*)[4]) zum Einschneiden der Zähne; — Steigrad-Abgleichmaschine (machine à justifier les roues de rencontre), um die Zähne zu berichtigen; — Steigradfeilen (S. 352); — Spindellehre; — Spindelnieter (noisette à river les verges); — Zylinderrad-Schneidzeug (machine à tailler les roues de cylindre)[5]), verschiedene Maschinen zur Ausbildung und Berichtigung der Zylinderradzähne, und Zylinderrad-Drehstuhl: zur Verfertigung des Steigrades für die Zylinder-Hemmung; Unruhdrehstift (arbre à balanciers), Unruhdrehstuhl, Unruhpolirdrehstift (arbre à polir les balanciers), Unruh-Abgleichmaschine.

6) Zu den Wellzapfen: Zapfen-Drehstuhl und Zapfen-Roulirstuhl; — Zapfenfeilen (S. 352).

7) Zum Einsetzen der Räder zwischen die Platten des Gestelles: Geradhäng-Maschine oder Plantir-Maschine (machine à planter, outil à planter, *pitching-tool*), wodurch — nachdem die Zapfenlöcher der einen Platte gebohrt sind — auf der andern Platte die Punkte angegeben werden, welche jenen Löchern gerade gegenüber liegen. Gewöhnlich ist diese Vorrichtung dazu eingerichtet, um auch sogleich die Löcher in der zweiten Platte zu bohren (Geradbohrmaschine).

8) Zum Zusammensetzen der Uhr: Zusammensetzer (main, *watch holder*), eine Vorrichtung, um das Halten der Uhr mit der Hand zu ersparen[6]).

Und noch gar manche andere.

Die Uhrbestandtheile (unter welchen viele nicht von dem Uhrmacher, sondern in besonderen Fabriken verfertigt werden, wie die Federn[7]), die Ketten, die Spiralfedern, u. s. w.) werden theils aus Messing gegossen, theils aus Stahl geschmiedet, theils aus Blech oder Draht von Messing und Stahl verfertigt. Das Messingblech

[1]) Polyt. Mittheilungen, III. 85.
[2]) Technolog. Encyklopädie, XIII. 72.
[3]) Technolog. Encyklopädie, V. 523.
[4]) Technolog. Encyklopädie, XI. 394.
[5]) Technolog. Encyklopädie, XI. 399.
[6]) Jahrbücher, I. 328.
[7]) Technolog. Encyklopädie, V. 526. — Bulletin d'Encouragement, XVII. 133. — Brevets 1844, T. 22, p. 42. — Polyt. Journ., Bd. 88, S. 55. — Deutsche Ind.-Ztg. 1867, 343.

wird, um recht hart und steif zu werden, vor seiner Anwendung geschlagen (S. 139, 357). Nach der weiteren Ausarbeitung geschieht das Schleifen der messingenen Theile mit Schmirgel und Oel auf Holz, Leder, Filz, oder trocken mit Schmirgelpapier, zum Theil auch mit Wasserschleifsteinen, Kohle, ganzem Bimsstein und Wasser, Bimsstein-pulver und Oel; das Poliren mit Tripel oder englischer Erde und Oel auf Leder oder Filz, zuletzt auch wohl mit Polirroth und Oel oder Weingeist auf Leder. Stählerne Arbeitstücke (welche, um der feinsten Politur fähig zu sein, fast jederzeit gehärtet werden, auch wenn dies übrigens ihre Bestimmung nicht erfordert) schleift man mit Schmirgel oder gepulvertem levantischen Steine, welche beide mit Oel gebraucht und auf Eisen- oder weiche Stahlstäbchen, auf Holz, Spiegelglas, bleierne Schleifscheiben ꝛc. aufgetragen werden. Das Schleifen mit Hand-Oelsteinen findet nur bei größeren Arbeiten statt. Die Politur giebt man dem Stahle mit Kalk und Weingeist auf Holz oder Glas, vollkommener jedoch mit Polirroth und Oel oder Zinnasche und Oel, welche man auf Stäbchen, Platten oder Scheiben von Holz, belederten Holz, Eisen, Stahl, Messing, Zink, Kupfer, Spiegelglas, aufträgt. Viele kleine Stahlbestandtheile werden (wenn sie auch nicht gehärtet sind) des schöneren Ansehens wegen blau angelassen, gewöhnlich über der Flamme einer Weingeistlampe.

Löthungen werden mit Messing-Schlagloth im Feuer oder vor dem Löthrohre, zum Theil auch mit Zinn vor dem Löthrohre, verrichtet; in den allermeisten Fällen jedoch bewirkt der Uhrmacher die Zusammenfügungen an seinen Arbeiten mittelst Schrauben und Nieten.

Zweiter Abschnitt.

Verarbeitung des Holzes [1]).

Ungeachtet vielfältiger Verwandtschaft, welche die Verarbeitung des Holzes mit jener der Metalle darbietet, entdeckt man doch bei einiger näheren Betrachtung Umstände, welche höchst wesentliche Unterschiede zwischen diesen beiden großen Zweigen der Gewerbe begründen. Dem Holze fehlen nämlich die Eigenschaften der Dehnbarkeit und der Schmelzbarkeit, welche man bei den Metallen mehr oder weniger allgemein antrifft; und hierdurch fallen zwei, mit der ausgedehntesten Anwendbarkeit begabte Mittel zur Darstellung des Materiales in beliebigen Gestalten (das Gießen, und das Schmieden sammt den verwandten Bearbeitungen) weg. Man wird hiernach leicht begreifen, wie es kommt, daß die Verarbeitung des Holzes einfacher — richtiger gesagt: auf eine kleinere Anzahl von Haupt-Verfahrungsarten beschränkt — ist. Nur ein geringer und lange nicht zureichender Ersatz hierfür liegt darin, daß vermöge seiner eigenthümlichen, ausgezeichnet faserigen Struktur das Holz in manchen Fällen durch Spalten bearbeitet werden kann, wofür sich in der Metallverarbeitung nichts Entsprechendes findet. Die Gestaltung des Holzes kann, nach dem Vorstehenden, fast ganz allein durch Zertheilung (Lösung des Zusammenhanges) bewirkt werden, indem andere Hülfsmittel, nämlich das Biegen und Pressen (Zusammendrücken) nur in sehr geringem Umfange anwendbar sind. Uebrigens läßt sich der Gegenstand hier ganz in derselben Weise zu leichter und klarer Uebersicht eintheilen, wie es mit der Verarbeitung der Metalle geschehen ist. Wir betrachten demnach in sechs Kapiteln: 1) das Material in seinen Eigenschaften und Abänderungen; 2) die Vorbereitung der rohen Holzstämme zur eigentlichen Verarbeitung, vorzüglich deren Zertheilung in solche Stücke, welche den einzelnen, mit der Verfertigung der Holzwaren beschäftigten Gewerben am bequemsten sind; 3) die Ausarbeitung selbst, insofern die Hervorbringung der mannigfaltigsten Körpergestalten aus Holz ihr Zweck ist; 4) die Zusammenfügung der Bestandtheile; 5) die Vollendungs- und Verschönerungs-Arbeiten; 6) die Verfertigung der wichtigsten einzelnen Klassen von Holzwaren im Besonderen.

---

[1]) Technol. Skizzenb. von C. H. Schmidt, II. Abth. Stuttgart 1864, Taf. 15—18.

Erstes Kapitel.

Eigenschaften des Holzes [1]).

Das Holz (bois, *wood*) bildet die Hauptsubstanz des Stammes und der Aeste an ´en Bäumen und Sträuchern. Die verschiedenartigen Theile, aus welchen ein solcher Stamm besteht, erkennt man sehr deutlich, wenn man denselben quer durchschneidet ınd die Schnittfläche betrachtet. Hier bemerkt man als äußerste Hülle des Ganzen ie aus lockerem Zellgewebe (Parenchymgewebe) bestehende Rinde (écorce, *bark*); unächst innerhalb derselben den Bast (liber, livret, *bast*), eine aus mehr oder veniger losen, sehr biegsamen, langgestreckten, oft vielfach verzweigten Zellen gebildete Schicht; dann den Splint (aubier, aubour, *alburn*, *alburnum*, *sap-wood*, *sap*), ine weiche holzartige Masse, welche wie ein Ring das eigentliche Holz umschließt, und ich von demselben durch eine hellere Farbe auszeichnet; endlich das (gewöhnlich vom Splinte scharf abgegrenzte) Holz selbst, den inneren Theil des Stammes, welcher an er Saftleitung nicht mehr participirt und im Mittelpunkte die mit lockerem Zellgewebe ausgefüllte, gegen die Holzmasse der Regel nach wenig umfängliche Markröhre enthält. Das Holz besteht aus Faserbündeln, welche bei schlicht gewachsenem Holze in geringem Grade schraubenartig gewunden sind, also nicht ganz parallel zur Achsenlinie des Stammes liegen; es nimmt von dem Splinte aus nach der Mitte hin n bemerkbarem und oft sehr auffallendem Grade an Dichtigkeit und Schwere, Härte und Festigkeit, sowie an Dunkelheit der Farbe zu, weshalb man gewöhnlich den nnersten Theil mit dem besondern Namen Herz, Kern oder Kernholz (coeur, *heart*, *heart wood*) bezeichnet, wogegen man das zunächst am Splint liegende: das unge Holz nennt. Diese letztere Benennung rechtfertigt sich vollkommen durch den Vorgang, welcher beim Wachsen der Bäume stattfindet. Jedes Jahr wird nämlich auf der innersten Fläche der Rinde, aus dem sogen. Bildungssaftgewebe oder Cambium rundum eine Lage von Gefäßbündeln und Holzzellen neu erzeugt, welche Splint bilden, während der ältere Splint allmälig durch Verdickung der Zellwandungen sich

[1]) Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Von H. Nördlinger. Stuttgart 1860. — H. Nördlinger, Querschnitte von 100 Holzarten, Stuttgart und Tübingen 1852—1869, 5 Bände. (Natürliche, durchscheinend dünne Blättchen Hirnholz, nebst erläuterndem Texte). — Ueber den Bau des Holzes der in Deutschland wildwachsenden und häufiger kultivirten Bäume und Sträucher. Von J. Roßmann. Frankfurt a. M. 1865. — Dr. Jul. Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie. Wien 1867. — Derselbe, die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig 1873 (S. 517). — Dr. Nördlinger, der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1872. — Holtzapffel, I. 13—116.

verdichtet und zu eigentlichem Holze umwandelt. Da diese Zunahme der Holzmasse in unseren Klimaten nicht einen gleichmäßigen Gang fortgeht, sondern durch den Winter unterbrochen wird, so entstehen hierdurch sichtbare ringförmige und konzentrische Lagen, die man mit dem Namen Jahrringe oder Jahre (couches, zones ligneuses, *annual rings*) bezeichnet, und deren scharfe Abgrenzung meist dadurch besonders hervortritt, daß die Zellen, welche die im Frühling und Sommer gebildeten Schichten zusammensetzen, dünnwandiger sind, als diejenigen der Herbstlagen. Diese Ringe sind gewöhnlich in der Gegend des Kernes breiter als nahe am Splint, doch sehr oft erst in einiger Entfernung von der Markröhre am breitesten. Auf der Längenschnittfläche des Holzes bilden sie Streifen nach der Richtung der Fasern. Bäume verschiedener Art bieten meist ein auffallend verschiedenes Ansehen der Ringe dar. An den dichten und harten, in heißen Erdgegenden wachsenden Hölzern sind die Jahrringe weniger deutlich, und oft fast gar nicht zu unterscheiden.

Je langsamer eine Baumart wächst, desto schmäler sind demzufolge ihre Jahrringe: da indessen Boden, Klima und sonstige Verschiedenheiten des Standortes bedeutenden Einfluß auf das Wachsthum haben, so ist über die Breite der Jahrringe in einer und derselben Holzart keine einigermaßen feste Bestimmung aufzustellen; folgende Angaben stützen sich auf Zählungen an einigen Probestücken und können nur als Beispiele zur Darlegung der großen Verschiedenheiten dienen. Es fanden sich auf 24 mm der Holzdicke in der Richtung des Stammhalbmessers) an Eschen 2 bis 14 Jahrringe, Tannen 5 bis 9, Lärchen 5 bis 20, Föhren 17 bis 25, Erlen und Kirschbaum 6 bis 12, Buche 6 bis 37, Mahagoni 6 bis 24, Eichen 9 bis 21, Buchsbaum 30 bis 50, Eibenbaum (Taxus) 20 bis über 100. — Oftmals hat ein und derselbe Jahrring an verschiedenen Stellen seines Umkreises eine sehr verschiedene Breite, wodurch die Markröhre beträchtlich außerhalb der Mittellinie des Stammes zu liegen kommt. Namentlich pflegt auf der nach Norden gestandenen Seite des Baumes die Breite der Jahrringe kleiner (dabei die Härte und Dichtigkeit ihrer Substanz größer) zu sein, als auf der Südseite. Von der Regel, daß die Jahrringe eines und desselben Stammes desto schmäler sind, je weiter nach außen sie liegen, kommen zuweilen auffallende Ausnahmen vor: Wird nämlich in den ersten Lebensjahren eines Baumes dessen Wachsthum durch äußere Verhältnisse beschränkt (indem er z. B. dicht umgeben zwischen anderen Bäumen steht), später aber mit einem Male eine günstigere Lage herbeigeführt (im angenommenen Falle durch das Weghauen der umgebenden Bäume), so wächst plötzlich der Baum von da an schneller, und man findet dann im Kerne schmale Jahrringe, auf welche solche von größerer Breite ohne Uebergang folgen. — In Eichenstämmen findet sich nicht selten mitten im festen Holze ein Ring weichen, weißen, splintartigen Holzes, welcher entweder nur einen Jahrring oder auch mehrere Jahrringe umfaßt und natürlich ein sehr unangenehmer Fehler ist: der sogenannte Mondring, falsche oder doppelte Splint (faux aubier). Eine ähnliche Erscheinung kommt bei einigen anderen Baumarten vor, wo aber der Ring oft dunkler gefärbt ist als die übrige Holzmasse.

In dem Holzkörper sind bei genauerer Untersuchung dreierlei Bestandtheile zu unterscheiden. Den überwiegendsten Theil desselben machen die eigentlichen Holzfasern (Holzzellen) aus: langgestreckte, in der Achsenrichtung des Stammes verlaufende, oben und unten zugespitzte und geschlossene Zellen mit enger Höhlung, sodaß sie dem unbewaffneten Auge als massive Fasern, auf dem Querschnitte in ihrer Vereinigung als dichter Körper erscheinen. Zwischen diesen Fasern befinden sich (jedoch nur bei den Laubhölzern), in verschiedener Weise vertheilt, die sogenannten Holzgefäße, d. h. weitere, anfangs Saft, später Luft enthaltende, langgestreckte und mit den Fasern parallel laufende Röhrchen, welche am zahlreichsten und größten in dem innern Theile des Jahrringes anzutreffen sind und (im Splint) der Saftzuführung dienen. Endlich bemerkt man Theile von feinzelliger, kurzer (nicht faseriger) Textur, gleich Rinde und Mark aus Parenchymgewebe gebildet, welche — die Fasermasse quer durchsetzend — in der Richtung von Halbmessern strahlenartig vom Mittelpunkte gegen die Rinde laufen (daher Markstrahlen, rayons médullaires, *medullary rays*, in der botanischen Sprache) und zahlreiche dünne Blättchen oder Streifen darstellen: die sogenannten Spiegel (miroirs, maille). Die Längenrichtung der Spiegel durchkreuzt die Jahrringe unter rechtem

Winkel, ihre Breite ist nach der Länge des Stammes gestellt, ihre Dicke unterbricht den Lauf der Jahrringe. Nach den Ebenen der Spiegel erfolgt (besonders wenn letztere groß oder breit sind) am leichtesten das Spalten des Holzes. Auf der Fläche solcher Holzstücke, welche nach dem Spiegel oder Spalt, d. h. in der Richtung der Stamm-Halbmesser, geschnitten oder zugerichtet sind (Spiegelholz, bois de maille, unrichtig: bois d'émail), bemerkt man die Spiegel als glänzende Flecken oder Streifen; sie zeigen sich dagegen als schmale, mit den Längenfasern parallel laufende Striche dort, wo die Schnittfläche die Richtung einer Tangente zu den Jahrringen hat, also die Fläche der Spiegel durchkreuzt, und als strahlenförmig divergirende Linien auf dem Querschnitte des Stammes. Wie die Jahrringe, so sind auch die Spiegel durch ihre Menge, Größe und sonstige Beschaffenheit sehr oft dermaßen karakteristisch, daß sie wesentliche Kennzeichen verschiedener Holzarten abgeben, selbst wenn diese durch mancherlei Bearbeitungen übrigens ein verändertes Ansehen bekommen haben. In den Hölzern der meisten Bäume sind alle Spiegel sehr dünn und klein; in einigen dagegen zeichnet sich eine geringe Anzahl derselben durch ihre Größe aus, während die übrigen oft nur mit dem Vergrößerungsglase entdeckt werden können: erstere (die großen Markstrahlen, primären M.) gehen unmittelbar von der Markröhre aus, letztere (die feinen, secundären) beginnen erst in einiger Entfernung von derselben. In einem und demselben Stamme stehen die Spiegel einander näher in der Gegend des Kernes, und mehr zerstreut in der Nachbarschaft des Splintes.

Deshalb, und weil selbst das Holz von einerlei Baumart unter Umständen verschieden ist, läßt sich nichts unbedingt Gültiges über die Anzahl der Spiegel auf bestimmtem Raume angeben. Jedoch kann, um hierüber wenigstens einen Begriff zu verschaffen, angeführt werden, daß (in der Richtung der Jahrringe gezählt) auf 24 mm ungefähr Spiegel enthalten sind: bei Linden-, Ahorn-, Birken- und Kirschbaumholz 100 bis 120; bei Apfelbaum-, Eschen- und Mahagoniholz 120 bis 140; bei Tannen-, Fichten-, Weidenholz 130 bis 160; bei schwarzem Ebenholz 150 bis 200; bei Birnbaumholz 200 bis 240; bei Rothbuchen- und Weißbuchenholz 100 bis 120, wovon nur 10 bis 15 mit freiem Auge zu sehen sind; bei Eichenholz 150 bis 200, davon 5 bis 15 dem unbewaffneten Auge sichtbar. — Die großen oder Haupt-Markstrahlen, wo dergleichen vorkommen, sind an Breite und Dicke sehr verschieden: die Breite beträgt beispielsweise etwa 0,2 mm beim Buchsbaum, 0,5 mm bei der Esche, 1 mm beim Spitzahorn, 2 mm beim Zwetschenbaum, 5 mm bei der Rothbuche, 50 mm bei der Stieleiche, bis 160 mm bei der gemeinen Erle; die Dicke ungefähr 0,015 mm bei der Weide, 0,025 mm beim Elsbeerbaume, 0,05 mm beim gemeinen Ahorn, 0,6 mm bei der gemeinen Erle. — Nach Beschaffenheit des Zellgewebes sind Markröhre und Markstrahlen gleichartig mit der Rinde: Parenchymgewebe, durch dünnwandige nicht langgestreckte, polyedrische Zellen karakterisirt.

Die Längenfasern, aus welchen das Hauptgewebe der Holzmasse besteht, begründen die größte Eigenthümlichkeit des Gefüges beim Holze. Das faserige und sehnige Gefüge mancher Metalle ist hiermit, in Beziehung auf die Verarbeitung, kaum in Vergleich zu stellen; denn bei keinem Metalle tritt ein, was beim Holze sehr bemerkbar ist: daß die Bearbeitung durch schneidende Werkzeuge mit verschiedenem Grade von Leichtigkeit stattfindet, je nachdem in verschiedener Richtung auf die Fasern gewirkt wird. Und da überdies von der Lage der Fasern auch das Verhalten des Holzes in noch anderen Beziehungen abhängt, so wird es wichtig, hierfür allgemein angenommene Kunstausdrücke einzuführen. Man bezeichnet mit Langholz, Längenholz (fil du bois, bois de fil) die Richtung parallel zu den Fasern (nach dem Faden); mit Querholz die Richtung, welche in der Ebene der Fasern rechtwinklig gegen dieselben ist; mit Hirnholz (bois de bout, bois debout, *crossway of the grain, cross grain, end grain, end way, pin-way)* oder Hirn die Ebene, welche mit der Ebene der Fasern einen rechten Winkel macht. Im Gegensatz zum Hirn nennt man die mit dem Fasernlauf parallelen Flächen Aderholz *(plankway of the grain)*. Auf den Hirnseiten oder Hirn-Enden eines Holzstückes treten die Querschnitte sämmtlicher Zellen und Gefäße als kleinere und größere Oeffnungen oder Poren zu Tage. Diese sind bei einigen Holzarten durchaus fein und gleichförmig (z. B. Spin-

delbaum, Ahorn, Birnbaum, Linde), bei anderen zum Theil groß und sehr in die Augen fallend (z. B. Eiche, Nußbaum, Mahagoni, Esche). Die Fasern der Hölzer bieten große Verschiedenheiten dar. Bald sind sie fein, bald grob; bald völlig schlicht oder gerade, bald krumm oder gewunden, wodurch die Bearbeitung oft sehr erschwert wird, weil bei einiger Anwendung von Gewalt leicht Theile ausreißen oder wegbrechen (verwachsenes Holz, bois rebours). Ein krummfaseriger Wuchs ist manchen Holzarten wesentlich und durchaus eigen; aber auch andere zeigen diese Erscheinung, wenn die Bäume auf ungünstigen Standpunkten schlecht gewachsen oder verkrüppelt sind. Die Wurzeln und die untersten Theile der Stämme, sowie knorrige Stamm-Auswüchse (loupes) sind immer krummfaserig, und oft erscheinen deren Fasern sogar auf das Sonderbarste durch einander gewirrt. Hierdurch entsteht jene, wegen ihrer schönen und feinen Zeichnung sehr geschätzte Abänderung der Hölzer, welche man mit dem Namen Maser, Maserholz, Flader (madrure, bois madré, *speckled wood*, *curled wood*, *curling stuff*) belegt.

Außer der Textur oder dem Gefüge der Holzarten sind noch andere physische Eigenschaften derselben von Wichtigkeit, nämlich: ihre Farbe, Härte, Schwere, Festigkeit, Biegsamkeit, Zähigkeit, Elastizität und Spaltbarkeit, weil sich darauf die größere oder geringere Anwendbarkeit zu verschiedenen Zwecken gründet.

An Farbe sind die Hölzer bekanntlich ungemein verschieden, indem vom Gelblichweißen an bis zum tiefen Schwarz eine Menge Abstufungen von Gelb, Braun, Roth u. s. w. vorkommen. Die meisten europäischen Holzarten haben eine weiße, gelbliche, bräunliche oder röthliche Farbe von nicht ausgezeichnetem Ansehen; besonders schöne und starke Färbung findet sich fast nur an Holzarten aus den heißen Erdtheilen. Die Farbe ist häufig in einem und demselben Stamme ungleich, und bietet Flecken, Streifen, Adern, Wolken, Flammen u. s. w. dar, welche meist als eine Schönheit des Holzes geschätzt werden.

Schon oben ist bemerkt worden, daß der Kern gewöhnlich dunkler von Farbe ist, als das äußere Holz und der Splint; letzterer hat zuweilen eine der des Holzes ganz entgegengesetzte Farbe, wie denn z. B. der Splint am schwarzen Ebenholze weiß ist. Die dunkle Färbung des Kernes rührt von einer Umsetzung der Zellmembran in Huminsubstanzen her, zuweilen auch von einer Farbstoffablagerung in den Zellen. Holz von alten Bäumen ist dunkler, als das von jungen Bäumen derselben Art. Angeführt muß endlich werden, daß die meisten oder alle Holzarten selbst nach der Verarbeitung bedeutend nachdunkeln, d. h. mit der Zeit eine tiefere Farbe annehmen, was so weit geht, daß solche, die im frischen Zustande braun oder überhaupt ziemlich stark gefärbt waren, nach und nach fast schwarz werden. Die Farbe kann daher (selbst in der Voraussetzung, daß sie beim Verarbeiten ganz unverändert gelassen wurde) nur mit Rücksichten als ein Kennzeichen der Hölzer benutzt werden, welches lange nicht von ebenso großer Bedeutung ist, wie andere Eigenschaften, vorzüglich das Gefüge.

Hinsichtlich der Härte unterscheidet man oft die Holzarten in weiche (bois blanc, weil die hierher gehörigen Arten eine weiße Farbe haben, wiewohl nicht alle weißen Hölzer auch weiche sind, *soft wood*), halbharte und harte (bois dur, *hard wood*), obschon diese Eintheilung insofern unbestimmt und willkürlich ist, als zwischen den drei Klassen keine scharfen Grenzlinien festzusetzen sind, und im Ganzen die Holzarten unzählige Abstufungen der Härte darbieten.

Die härtesten Hölzer finden sich unter den in heißen Erdgegenden erzeugten, und dunkle Farbe ist sehr gewöhnlich mit größerer Härte, sowie sehr helle Farbe mit geringer Härte verbunden. Holz von alten Bäumen (wenn diese nicht etwa schon überständig sind, d. h. abzusterben anfangen, bois sur le retour) ist härter, als das von jungen gleicher Art. Die weichsten Hölzer (wie Weide, Pappel, Tanne 2c.) lassen sich äußerst leicht mit dem Messer schneiden; die härtesten (z. B. Pockholz, Ebenholz, Grenadillholz) sind nur mit Mühe durch die besten schneidenden Instrumente zu bearbeiten, und nähern sich in dieser Hinsicht fast den Metallen von mittlerer Härte, z. B. dem Messing. Ganz begreiflich ist für viele Zwecke (z. B. für die Anwendung zu Maschinentheilen) große Härte ein Vorzug, besonders wenn sie in Verbindung mit Zähigkeit auf-

tritt: dagegen wird eine geringere Härte dann geschätzt, wenn es sich um die Anwendung zu Schnitzarbeit u. dgl. handelt.

Die gebräuchlichsten Holzarten sind rücksichtlich ihrer Härte etwa folgendermaßen zu klassifiziren (nach Nördlinger):

Steinhart: Pockholz, Ebenholz und ähnliche.

Beinhart: Sauerdorn, Buchsbaum, Heckenkirsche, Syringe.

Sehr hart: Kornelkirsche, Hartriegel, Weißdorn.

Hart: Masholder, Spitzahorn, gemeiner Ahorn, Weißbuche, wilder Kischbaum, Mehlbeerbaum, Kreuzdorn, Hollunder, Spierlingsbaum, Eibenbaum.

Ziemlich hart: Esche, Zwetschenbaum, Mahalebkirsche, Akazienholz (Robinia), Ulme.

Etwas hart: Silberahorn, Spindelbaum, Rothbuche, Nußbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsbeerbaum, Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbeerbaum.

Weich: Fichte, Tanne, Roßkastanie, Erle, Birke, Haselnuß, Wachholder, Lärche, Föhre, Traubenkirsche.

Sehr weich: Weymouthskiefer, Pappel, Weide, Linde.

Bedeutende Schwere d. h. großes spezifisches Gewicht, ist in der Regel den sehr harten Hölzern eigen, welche sich zugleich gewöhnlich durch ein besonders dichtes Gefüge auszeichnen. Die Holzsubstanz an sich ist auch bei den leichtesten Hölzern spezifisch schwerer als Wasser; jedoch ist die Porosität Ursache, daß die meisten Holzarten auf dem Wasser schwimmen, weil die Zwischenräume der Fasern mehr oder weniger Luft einschließen. Im frisch gefällten Zustande sind alle Holzarten bedeutend (um ein Viertel oder Drittel, ja selbst um mehr als die Hälfte) schwerer, als nachdem sie durch Liegen an der Luft (wobei die wässerigen Theile des Saftes verdunsten) gut ausgetrocknet sind.

Für die Anwendung ist das spezifische Gewicht der kompakten, ohne Zwischenräume gedachten Holzmasse (welches z. B. bei Mahagoni 1,68, bei Eichen- und Buchenholz 1,53, bei Ulmenholz 1,52, bei Linden-, Birken- und Pappelholz 1,48, bei Tannen- und Ahornholz 1,46 beträgt) ohne Wichtigkeit; wenn daher vom spezifischen Gewichte des Holzes die Rede ist, so betrachtet man dasselbe — ohne Rücksicht auf seine Porosität — als einen Körper, der seinen Raumumfang mit gleichmäßiger Dichtigkeit ausfüllt. Zwar ist das Gewicht verschiedener Holzarten zum Theil sehr bedeutend verschieden; aber nicht minder weicht es bei Stücken einer und derselben Holzart ab, indem theils Alter und Standort der Bäume darauf großen Einfluß haben, theils das Holz aus verschiedenen Theilen eines Stammes ungleiches spezifisches Gewicht zeigt (der Kern z. B. ein größeres als die dem Splinte näher liegenden Schichten). Daher läßt sich für das Gewicht einer bestimmten Holzart nicht eine allgemein gültige Zahl, sondern nur annähernd höchste und eine niedrigste Grenze angeben, welche beide oft weiter auseinander liegen, als die Gewichte verschiedener Holzarten. Für praktische Zwecke, zu Schätzungen, kann es indessen bequem sein, eine Mittelzahl zu gebrauchen, wenn spezielle, in dem einzelnen Falle ausgemittelte Bestimmungen fehlen. Mit Rücksicht auf diesen Umstand ist die folgende Tabelle über das spezifische Gewicht der gebräuchlichsten Holzarten entworfen, bei welcher nicht verschwiegen werden darf, daß rücksichtlich einiger Hölzer die Beobachtungen nicht zahlreich genug vorliegen oder selbst ungenau zu sein scheinen.

Namen der Holzarten.	Spezifisches Gewicht. Frisch (grün). Grenzen.	Frisch (grün). Mittelzahl.	Lufttrocken. Grenzen.	Lufttrocken. Mittelzahl.
Ahorn	0,830—1,050	0,940	0,530—0,810	0,670
Akazie (Robinia)	0,750—1,000	0,875	0,580—0,850	0,715
Apfelbaum	0,950—1,260	1,105	0,660—0,860	[illegible]
Atlasbeerholz	—	—	0,659—0,989	[illegible]
Birke	0,800—1,090	0,945	0,510—0,770	0,640
Birnbaum	0,960—1,070	1,015	0,646—0,839	0,742
Bleistiftholz (Juniperus virginiana)	1,100	1,100	0,400—0,600	0,500
Buche (Rothbuche)	0,852—1,120	0,986	0,590—0,909	0,745
Buchsbaum	1,200—1,260	1,230	0,907—1,162	0,971
Ebenholz, schwarzes	—	—	1,187—1,331	1,252
Eibenbaum (Taxus)	0,970—1,100	1,035	0,740—0,940	0,840
Eiche	0,870—1,280	1,075	0,530—1,030	0,780
Elsbeerbaum	0,870—1,130	1,000	0,690—0,890	0,790
Erle	0,610—1,011	0,810	0,420—0,680	0,550
Esche	0,700—1,140	0,920	0,540—0,940	0,740
Fichte (Rothtanne)	0,400—1,070	0,735	0,350—0,600	0,475
Flieder (Syringa)	0,970—1,130	1,050	0,920—0,990	0,955
Föhre (Kiefer)	0,380—1,078	0,729	0,310—0,828	[illegible]
Grenadillholz (braunes)	—	—	0,973	0,973
„ (braun Eisengrenadill)	—	—	1,185—1,239	1,212
„ (schwarz Eisengrenadill)	—	—	1,283	1,283
Hartriegel	0,960—1,090	1,025	0,770—0,900	0,835
Hollunder (Sambucus)	0,720—1,060	0,890	0,530—0,760	0,645
Jakaranda	—	—	0,908	0,908
Kirschbaum, Vogelkirsche	0,650—1,050	0,850	0,570—0,785	[illegible]
„ Mahalebkirsche	1,050—1,180	1,115	0,760—0,840	0,800
„ Traubenkirsche	1,000	1,000	0,610—0,693	0,651
Königsholz	—	—	0,980—1,069	1,024
Kornelkirsche	1,010—1,330	1,170	0,880—1,030	0,955
Kreuzdorn	0,790—1,160	0,975	0,620—0,800	0,710
Lärche	0,520—1,000	0,760	0,440—0,800	0,620
Linde	0,580—0,878	0,729	0,320—0,604	0,462
Mahagoni	—	—	0,560—1,063	0,811
Mehlbeerbaum	1,020—1,210	1,115	0,734—1,020	0,877
Nußbaum	0,910—0,920	0,915	0,579—0,811	[illegible]
Olivenbaumholz	—	—	0,836—1,117	0,976
Pappel	0,610—1,100	0,855	0,353—0,702	0,527
Pflaumbaum	0,870—1,170	1,020	0,680—0,900	0,790
Pockholz	—	—	1,170—1,393	1,282
Roßkastanie	0,760—1,040	0,900	0,520—0,630	0,575
Sauerdorn (Berberis)	1,110	1,110	0,690—0,964	0,827
Spierlingsbaum	0,920—1,170	1,045	0,730—1,000	0,865
Spindelbaum	0,690—1,140	0,915	0,574—0,850	0,712
Stechpalme	—	—	0,764—0,952	0,858
Tanne (Weißtanne)	0,770—1,230	1,000	0,370—0,746	0,558
Tikholz	—	—	0,607—0,860	0,734
Ulme	0,730—1,180	0,955	0,560—0,854	0,707
Vogelbeerbaum	0,810—1,120	0,965	0,570—0,780	0,675
Weide	0,670—0,970	0,820	0,392—0,630	0,511
Weißbuche (Hainbuche)	0,920—1,250	1,085	0,620—0,902	0,762
Weißdorn	0,940—1,140	1,040	0,745—0,891	0,818

Die **Festigkeit** (die Stärke des Zusammenhanges) des Holzes kann bei den mannigfaltigen Anwendungen desselben auf verschiedene Weise in Anspruch genommen werden, und zeigt sich hiernach sehr ungleich. Man muß unterscheiden:

a) Die **absolute Festigkeit**, d. h. den Widerstand, welchen das Holz der Trennung seiner Theile durch Zerreißen entgegensetzt, indem ein Ende befestigt ist, und am andern eine Kraft in der Richtung der Fasern ziehend oder spannend wirkt.

b) Die **Quer-Festigkeit**, der Quer-Zusammenhang, wenn man mit diesem Namen den Widerstand bezeichnen will, den das Holz gegen das Zerreißen leistet, vorausgesetzt, daß die Lage der Fasern rechtwinklig (oder schief) gegen die Richtung des Zuges ist. Man denke sich z. B. quer von einer Bohle einen Streifen abgeschnitten, und diesen nach seiner Länge (entsprechend der ursprünglichen Bohlen-Breite) durch eine Kraft angespannt. Es handelt sich hier nicht um das Abreißen der Fasern selbst (wie bei der absoluten Festigkeit), sondern um eine Trennung des Zusammenhanges zwischen den neben einander liegenden Fasern. Jedenfalls ist dieser Zusammenhang viel geringer, als die absolute Festigkeit.

c) Die **Spaltungs-Festigkeit**, d. h. der Widerstand gegen Trennung der Fasern durch einen zwischen sie eindringenden keilförmigen Körper. Dieselbe läßt sich offenbar auf die Querfestigkeit zurückführen.

d) Die **Festigkeit gegen Verschiebung**, welche sich äußert, wenn durch eine in der Richtung der Fasern wirkende (oder auf diese Richtung zu reduzirende) Kraft ein Theil der Fasern längs der übrigen Holzmasse fortgeschoben oder fortgezogen, und dadurch von derselben getrennt werden soll.

e) Die **relative Festigkeit**, d. h. der Widerstand gegen das Zerbrechen, wobei das Holz an einem Ende oder an beiden Enden unterstützt (befestigt) ist, und eine Kraft rechtwinklig gegen die Fasern sowie gegen die Hauptdimension (Länge) des Stückes wirkt.

f) Die **Drehungs-** oder **Torsions-Festigkeit**, oder der Widerstand gegen Zerbrechen durch Zusammendrehen, wobei z. B. ein Stab an einem Ende festgehalten und am andern um seine Achse gedreht wird.

g) Die **rückwirkende Festigkeit**, oder die Fähigkeit, dem Zusammenstauchen oder Zerdrücken (sei es in der Richtung der Fasern oder quer auf dieselben) zu widerstehen.

Nicht nur zeigen verschiedene Holzarten verschiedene Grade von Festigkeit; sondern es ergiebt auch die Erfahrung, daß bei derselben Holzart die Festigkeit sehr bedeutend ungleich ist nach dem Alter und Wuchse des Baumes, nach seinem Standorte in Bezug auf Boden, Lage, Klima 2c., und nach dem Theile des Baumes, woraus das Holz genommen wurde (Stamm- oder Astholz, Kernholz oder Splintholz).

Versuche über die **absolute Festigkeit** der gebräuchlichsten Holzarten (im lufttrockenen Zustande) haben nachstehende Resultate gegeben, wobei die Kilogrammzahl die Größe der Kraft ausdrückt, welche zum Zerreißen einer Querschnittfläche von 1 Quadrat-Millimeter erfordert wird:

	Kilogr.		Kilogr.
Ahorn	2,91 bis 12,86	Fichte	7,46 bis 8,67
Akazie (Robinia)	2,47 „ 11,88	Föhre	1,44 „ 12,78
Apfelbaum	6,84	Hainbuche (Weißbuche)	2,74 „ 13,94
Birke	3,14 „ 6,48	Linde	9,43
Birnbaum	6,90 „ 7,57	Mahagoni	5,68 „ 8,06
Buche (Rothbuche)	1,11 „ 15,27	Nußbaum	9,68
Eiche	2,23 „ 14,51	Pflaumenbaum	7,28
Erle	3,14 „ 4,60	Tanne	1,11 „ 10,48
Esche	5,22 „ 12,10	Ulme	1,82 „ 10,40
Espe	3,38 „ 8,14		

In Betreff der Querfestigkeit — dabei die Richtung der zerreißenden Kraft rechtwinklig gegen den Faserlauf angenommen — weiß man aus Beobachtungen, daß dieselbe auf 1 Quadrat-Millimeter beträgt:

	Kilogr.		Kilogr.
für Ahorn	0,37 bis 0,72	für Espe	0,17 bis 0,41
„ Birke	0,82 „ 1,06	„ Föhre	0,15 „ 0,59
„ Buche (Rothbuche) .	0,65 „ 1,22	„ Hainbuche (Weißbuche)	0,77 „ 1,01
„ Erle	0,17 „ 0,33	„ Tanne	0,12 „ 0,41
„ Eiche	0,44 „ 0,61	„ Ulme	0,34 „ 0,37
„ Esche	0,22 „ 0,41		

Die Festigkeit gegen Verschiebung in der Richtung des Langholzes kann man — gestützt auf Versuche über das Ausreißen eiserner, nach dem Faserlauf eingedrehter, Holzschrauben — für 1 Quadrat-Millimeter Trennungsfläche annehmen wie folgt:

	Kilogr.		Kilogr.
Buche	0,66 bis 0,68	Hainbuche	0,85 bis 0,95
Eiche	0,61 „ 0,97	Tanne	0,42 „ 0,50
Linde	0,61 „ 0,62		

Ueber die relative Festigkeit der Holzarten haben die bisher von Mehreren angestellten Versuche so wenig übereinstimmende Resultate gegeben, daß man danach nicht im Stande ist, die Reihenfolge mit Sicherheit zu bestimmen, in welche die Hölzer verschiedener Bäume hinsichtlich der genannten Eigenschaft zu setzen sind. So viel scheint indessen gewiß zu sein, daß das Rothbuchenholz und Eschenholz dem Eichenholz, und dieses dem Tannen-, Fichten- und Föhrenholz an relativer Festigkeit vorgeht.

Die Biegsamkeit des Holzes läßt sich ausdrücken durch die äußerste Größe der Biegung, welche unter festgesetzten Umständen ein an seinen beiden Enden unterstützter, in der Mitte seiner Länge belasteter hölzerner Stab annimmt, bevor er bricht. In diesem Sinne gebraucht man dafür gewöhnlich den Ausdruck Zähigkeit. Vergleicht man in solcher Beziehung, nach den vorhandenen Versuchen, verschiedene Holzarten, so findet sich, daß — die Zähigkeit des Eichenholzes = 100 gesetzt, — jene des Buchen- und Tannenholzes 97, des Fichtenholzes 104, des Eschenholzes 108 durchschnittlich und näherungsweise beträgt. Man kann die Biegsamkeit auch (und so geschieht dies meistentheils) auf die Weise betrachten, daß man die Belastungen angiebt, welche gleiche Stäbe oder Balken aus verschiedenen Holzarten erfordern, um eine gleich starke Biegung zu erfahren (auch wohl die Größe der Biegungen, durch gleich große Belastungen erwirkt). So haben Versuche ergeben, daß horizontal liegende, an beiden Enden unterstützte Balken, um sich in der belasteten Mitte um $1/_{288}$ ihrer Länge zu senken, folgende verhältnißmäßige Gewichte erfordern: Fichtenholz 100, Tannenholz 90, Buchenholz 67, Eichenholz 62 bis 84; sodaß also die Biegsamkeit, welche umgekehrt diesen Zahlen proportional gesetzt werden muß, bei Eichen- und Buchenholz etwa um die Hälfte größer ist, als bei Fichten- und Tannenholz.

Frisches (grünes) Holz ist stets in viel höherem Grade biegsam und zähe als trockenes; sowie man die Biegsamkeit des letztern ungemein vermehrt findet, wenn man es stark durchnäßt oder von Wasserdampf durchdringen läßt, und in diesem Zustande biegt. Sofern nach solcher Behandlung das Holz die ihm aufgezwungene Form beibehält, spricht man, wie beim Horn, von dessen Formbarkeit.

Unter Elastizität versteht man bekanntlich die Eigenschaft der Körper, die ihnen durch Einwirkung einer äußeren Kraft aufgedrungene Aenderung der Gestalt oder Größe von selbst wieder aufzuheben. Sie ist beim Holze in bemerkbarem Grade vorhanden. Wird z. B. ein hölzerner Stab durch eine ziehende Kraft in der Richtung seiner Fasern angespannt, so dehnt er sich etwas in der Länge aus und verkürzt sich wieder beim Aufhören der Spannung. Ein Stab, den man gebogen hat, springt beim Nachlassen der biegenden Kraft wieder in seine gerade Form zurück. Ueberschreitet in solchen Fällen die angebrachte Kraft nicht ein gewisses Maß, so ist die Rückkehr in den ursprünglichen Zustand vollkommen; dagegen tritt bei noch größerer

Ausdehnung oder Biegung eine Modifikation in der Körpermasse ein, vermöge welcher ein Theil der bewirkten äußeren Veränderung bleibend wird, d. h. nicht wieder verschwindet, nachdem die veränderte Ursache aufgehört hat zu wirken. Das Maß der größten Kraft, welche ein Körper auszuhalten vermag, ohne eine bleibende Ausdehnung, Biegung ꝛc. zu erleiden, bezeichnet die Grenze der vollkommenen Elastizität für denselben.

In Betreff einiger Holzarten hat man die Grenze der vollkommenen Elastizität durch Versuche bestimmt. Werden prismatische Stäbe von 1 Quadrat-Millimeter Querschnitt in der Richtung der Fasern angespannt, so stellt sich die Belastung für die Elastizitäts-Grenze, und die dabei eintretende (beim Aufhören der Spannung eben noch gänzlich verschwindende) Verlängerung wie folgt:

Eschenholz	2,52 Kilogr.	$^1/_{385}$
Ulmenholz	2,20 „	$^1/_{414}$
Eichenholz	2,72 „	$^1/_{430}$
Fichtenholz	2,52 „	$^1/_{470}$
Tannenholz	2,49 „	$^1/_{500}$
Lärchenholz	1,42 „	$^1/_{510}$
Buchenholz	1,63 „	$^1/_{570}$

Die angegebenen Belastungen betragen etwa $^1/_5$ bis $^1/_3$ derjenigen, durch welche die Hölzer zerrissen werden (d. h. der absoluten Festigkeit). Das Eschenholz ist, wie man sieht, unter den angeführten Holzarten die am meisten elastische, weil es die größte vorübergehende Ausdehnung verträgt. In Bezug auf die Elastizität bei Biegung weiß man aus Versuchen z. B., daß Stäbe von Eichen-, Buchen-, Tannen- und Fichtenholz von quadratischem Querschnitte, deren Länge das 37fache der Quadrat-Seite beträgt und die, an beiden Enden unterstützt, in der Mitte belastet werden, bis zu ihrer Elastizitäts-Grenze eine Biegung vertragen, welche ziemlich übereinstimmend $^1/_{40}$ bis $^1/_{36}$ der Länge gleich kommt. Hierbei sind die, jene Biegung hervorbringenden Gewichte etwa = zwei Drittel von jenen, durch welche die Stäbe zerbrochen werden (d. h. von deren relativer Festigkeit). Nach anderen Beobachtungen betrug bei Balken aus Tannen-, Fichten-, Buchen- und Eichenholz die Belastung an der Grenze der vollkommenen Elastizität nur ein Drittel bis zwei Fünftel von der den Bruch herbeiführenden Belastung. — Alle Zahlenbestimmungen über die Größe der Elastizität des Holzes leiden an dem wesentlichen Uebel, daß sie so gut wie gänzlich unzuverlässig sind, weil jedes andere Stück derselben Holzart bedeutend abweichende Resultate giebt. — Die Elastizität scheint um so größer zu sein, je kleiner die mittlere Breite der Jahresringe ist, daher z. B. die Güte des Resonnanzholzes wesentlich nach dieser Dimension beurtheilt wird. Zu Mastbäumen soll in England nur Holz verwendet werden, bei welchem die mittlere Breite der Jahrringe nicht mehr als 2 mm beträgt.

Mit Spaltbarkeit[1]) bezeichnen wir die Eigenschaft der Hölzer, sich in der Richtung ihrer Fasern durch ein eingetriebenes keilförmiges Werkzeug mit besonderer Leichtigkeit trennen zu lassen. Die Zertheilung erfolgt hierbei nach den Ebenen der Spiegel leichter und schöner, als nach dem Laufe der Jahrringe. Je gerader und ebener die Spaltungsflächen, je genauer parallel dieselben in allen Theilen eines Holzstückes sind, desto vollkommener ist die Spaltbarkeit. Jene Holzarten sind die spaltbarsten, welche sehr gerade, nicht zu feine und nicht zu dicht verbundene Fasern, und große, ebene Spiegel haben, auch einen ziemlichen Grad von Elastizität, aber eine nicht zu große Querfestigkeit (S. 613) besitzen. Gar nicht zu spalten sind die Maserhölzer (S. 610).

Nördlinger unterscheidet die Hölzer in:

Aeußerst schwerspaltige: Schwarzbirke, Buchsbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, wilde Kirsche, Mahalebkirsche, Vogelbeerbaum, Eibenbaum.

Sehr schwerspaltige: Masholder, gemeine Birke, Weißbuche, Mehlbeerbaum, Weißdorn, Akazie (Robinia), Ulme.

Schwerspaltige: Gemeiner Ahorn, Spitzahorn, Spindelbaum, Esche, Elsbeerbaum, Syringe.

---

[1]) Schweiz. Ztschr. 1870, S. 79.

Etwas schwerspaltige: Schwarzföhre, Zwetschenbaum, Kreuzdorn.
Ziemlich leichtspaltige: Nußbaum, Lärche, Hollunder, Rothbuche.
Leichtspaltige: Silberahorn, Roßkastanie, Erle, Haselnuß, gemeine Föhre, Aspe, Stieleiche, Traubeneiche, Weide, Linde.
Sehr leichtspaltige: Tanne, Fichte, Weymouthskiefer.
Aeußerst leichtspaltige: Silberpappel, kanadische Pappel.

In chemischer Hinsicht ist an dem Holze die eigentliche Holzsubstanz (Holzfaser) von den in deren Zwischenräumen eingeschlossenen Substanzen zu unterscheiden. Erstere ist, in ihrem reinen Zustande, bei allen Holzarten von ganz gleicher chemischer Beschaffenheit und besteht aus einer Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in unwandelbarem Mengenverhältnisse (in 100 Theilen: 44,45 K., 6,17 W., 49,38 S.). Sie ist völlig unauflöslich in Wasser; alkalische Auflösungen wirken bei gewöhnlicher Temperatur wenig darauf; starke Säuren aber greifen dieselbe bedeutend an. Die in den Holzarten außer der Fasersubstanz vorhandenen Stoffe sind mannigfaltig, und wohl in jeder Baumart von eigenthümlicher Beschaffenheit und Mischung. Im Allgemeinen können hierher vorzüglich gezählt werden: Farbstoffe, Gallussäure, Gerbstoff, Gummi oder Pflanzenschleim, Harze, ätherische Oele, Zucker, Stärke, verschiedene Salze, endlich erdige Bestandtheile und Metalloxyde (welche in der Asche nach dem Verbrennen des Holzes zurückbleiben). Alle diese gehören theils dem Nahrungssafte (sève, *sap*), theils den andern eigenthümlichen Säften der Bäume an, welche, nachdem sie mehr oder weniger vollständig ausgetrocknet sind, die in ihnen aufgelöst gewesenen festen Bestandtheile in den Poren der Holzmasse zurücklassen. In lufttrockenem Holze beträgt, zufolge jener dem Faserstoffe fremden Materien, der Kohlenstoffgehalt meist 49 bis 50 Prozent des Gewichtes, wodurch Sauerstoff und Wasserstoff entsprechend vermindert erscheinen.

Einfluß der Feuchtigkeit auf das Holz. — Der in dem frischgefällten Holze enthaltene, erst nach und nach austrocknende wässerige Saft, welcher eine Auflösung mehrerer oben genannter Stoffe in Wasser ist, begründet — in Vereinigung mit der faserigen Textur des Holzes — die Erscheinungen des Schwindens, Ziehens oder Werfens und Reißens, welche für die Verarbeitung von größter Wichtigkeit sind. Die Menge Feuchtigkeit, welche das frische oder grüne Holz (bois vert, bois vif, *green wood*) enthält, ist bedeutend, übrigens nach der Baumart, nach dem Alter und nach anderen Umständen verschieden. Sie beträgt am meisten bei den Nadelhölzern und sehr weichen Laubhölzern, weniger bei den harten Laubholzarten und schwankt überhaupt zwischen 20 und 60 Prozent des Gewichtes. Das im Frühjahre gefällte Holz wird gewöhnlich für saftreicher gehalten, als das zur Winterzeit geschlagene; in Wahrheit aber sind gerade die Monate Dezember, Januar, Februar diejenigen, in welchen das Holz die größte Menge Feuchtigkeit enthält. Wenn das Holz nach dem Fällen längere Zeit im Trocknen liegt, so verdunstet ein großer Theil seines Wassergehaltes. Dichte, harte Holzarten (Eiche, Weißbuche ꝛc.) trocknen unter gleichen Umständen langsamer, als weiche und lose (Erle, Linde, Weide, Pappel); ganze Stämme langsamer als gespaltenes oder zerschnittenes Holz, weil letzteres der Luft mehr Berührungsfläche darbietet. Der Erfahrung nach enthalten unsere europäischen Hölzer, nachdem sie gespalten ein Jahr lang an der Luft gelegen haben, höchstens noch 20 bis 25 Prozent Feuchtigkeit.

Zufolge zahlreicher Beobachtungen soll man den Wassergehalt durchschnittlich annehmen können wie folgt:

	Sechs Monate nach der Fällung im Trockenen aufbewahrt		Völlig lufttrocken
Nadelhölzer			
a) Stammholz	29 Prozent	—	15 Prozent.
b) Aeste	32 „	—	15 „
c) Junge Stämmchen . . .	38 „	—	15 „
Laubhölzer			
a) Stammholz	36 „	—	17 „
b) Aeste	24 „	—	20 „
c) Junge Stämmchen . . .	36 „	—	19 „

Unter 10 Prozent sinkt der Wassergehalt nie, wenn nicht die Austrocknung durch künstliche Wärme (z. B. in geheizten Zimmern) unterstützt wird, oder das Holz in sehr dünne Theile gespalten ist. Wohl aber zieht das schon lufttrockene (und ebenso das durch Wärme getrocknete) Holz wieder eine größere Menge Wasser an, wenn es feuchter Luft ausgesetzt wird oder gar im Nassen liegt. Es wechselt daher der Gehalt an Feuchtigkeit fast beständig in solchen Hölzern, welche dem Einflusse der Witterung bloßgegeben sind. Durch den Verlust von Wasser beim Trocknen zieht sich das Holz in einen kleineren Raum zusammen (das Schwinden, retraite, *shrinking*, *shrinkage*); durch Wiederaufnahme von Feuchtigkeit dehnt es sich aus (das Quellen, gonfler, *swelling*); kann es dem Bestreben zu schwinden oder zu quellen nicht ungehindert in allen Theilen folgen, so krümmt es sich oder verändert auf andere Weise seine Form (das Werfen, Ziehen, Verwerfen, Verziehen, voiler, gauchir, déverser, se déjeter, se tourmenter, *warping*, *casting*) bekommt auch wohl unter gewissen Umständen Sprünge, Risse (das Reißen, se fendre, *splitting*, *chinking*, *chaping*). Die Vorgänge im Holze, wodurch es unter dem Einflusse der Feuchtigkeit oder des Austrocknens seine Größe und Gestalt verändert, bezeichnet man mit dem allgemeinen Ausdrucke: Arbeiten, travailler (das Holz arbeitet).

Wenn Holz, welches in ganz dünnen Theilen bei einer Temperatur von + 17 bis + 20° C. völlig lufttrocken geworden ist, nachher einige Zeit in Wasser gelegt wird, so quillt es zu derjenigen Größe vollständig wieder an, welche es im ganz grünen Zustande gehabt hat. Der Betrag dieses Quellens ist also gleich der Zusammenziehung, welche das ganz frische Holz durch Schwinden erleidet, indem es völlig lufttrocken wird. Die Schwindung ist bei verschiedenen Holzarten ungleich groß; im großen Durchschnitt kann man für die zumeist verarbeiteten Hölzer annehmen, daß sie beim Uebergang aus dem frischen in den lufttrockenen Zustand schwinden: in der Fasernrichtung um $^1/_{10}$ Proz., in der Richtung der Markstrahlen um 5, in der Richtung der Jahresringe um 10 Prozent.

Nach den Ergebnissen mehrseitig vorliegender Versuche ist die folgende Tabelle zusammengestellt, welche das Maß des Schwindens verschiedener Holzarten nach den angegebenen drei Richtungen, in Prozenten ausgedrückt, nachweist. Ueber dieselbe ist zu bemerken, daß die Schwindungsgröße als der Unterschied zwischen dem ganz grünen (frisch gefällten) und dem völlig lufttrockenen Holze zu verstehen ist; daß folglich das Schwinden von schon vorher theilweise ausgetrocknetem Holze bedeutend geringer ist, als die Angaben in der Tabelle. — Spalte A enthält die Schwindung in der Richtung der Fasern; Spalte B jene rechtwinklig gegen die Fasern und zugleich in der Richtung der Spiegelflächen (also bei Holz, welches nach dem Spiegel oder Spalt geschnitten ist); Spalte C endlich jene rechtwinklig gegen die Fasern und zugleich rechtwinklig gegen die Spiegelfläche, in der Richtung der Spiegeldicke (mithin bei Holz, welches rein nach der Richtung der Jahrringe geschnitten ist). Man sieht leicht, daß bei Bretern, welche ohne Rücksicht auf die Lage der Spiegel aus den Stämmen geschnitten sind, also auf ihrer Fläche beide Querrichtungen gemischt darbieten, ungefähr eine mittlere Schwindung eintreten wird; weshalb in Spalte D noch das Mittel aus den Zahlen von B und C aufgenommen ist, welches zugleich eine Mittelzahl für jede Holzart überhaupt darstellt.

Namen der Holzarten.	Größe des Schwindens für:			
	Längenholz.	Querholz in der Richtung:		Querholz im Mittel.
		der Spiegel.	der Jahrringe.	
	Prozent. (A)	Prozent. (B)	Prozent. (C)	Prozent (D)
Ahorn, Acer Pseudoplatanus	0,062 bis 0,200	2,0 bis 5,4	4,13 bis 7,3	4,71
„ Acer campestre	0,400	2,03 „ 5,4	2,97 „ 7,9	4,57
„ Acer platanoides	—	2,7 „ 4,6	4,1 „ 6,8	4,55
Akazie, Robinia Pseudacacia	0,018 bis 0,243	2,7 „ 5,1	2,7 „ 8,9	4,85
Apfelbaum, Pyrus Malus	0,109	3,1 „ 6,0	5,7 „ 9,0	5,95
Birke, Betula alba . .	0,065 bis 0,900	1,7 „ 7,19	3,19 „ 9,3	5,34
Birnbaum, Pyrus communis . .	0,228	2,9 „ 3,94	5,5 „ 12,7	6,26
Bleistiftholz, Juniperus virginiana	0,017	1,3	3,38	2,34
Buche (Rothbuche), Fagus sylvatica	0,200 bis 0,340	2,3 bis 6,0	5,0 bis 10,7	6,00
Buchsbaum, Buxus sempervirens .	0,026	1,3 „ 7,4	3,2 „ 10,4	5,57
Ebenholz, schwarzes . .	0,010	2,13	4,07	3,10
Eibenbaum, Taxus baccata . . .	—	2,4 bis 2,9	2,6 bis 4,5	3,10
Eiche, Quercus robur .	0,028 bis 0,435	1,1 „ 7,5	2,5 „ 10,6	5,42
„ Quercus pedunculata	0,200 „ 0,300	3,2 „ 3,3	0,8 „ 7,3	3,65
Elsbeerbaum, Pyrus torminalis .	—	3,3 „ 6,9	5,7 „ 9,9	6,45
Erle, Alnus glutinosa .	0,300 bis 1,400	2,9 „ 6,5	4,15 „ 9,8	5,84
„ Alnus incana . .	0,192 „ 0,598	2,4 „ 6,4	4,5 „ 8,3	5,40
Esche, Fraxinus excelsior	0,187 „ 0,821	0,5 „ 7,8	2,6 „ 11,8	5,67
Fichte, Abies excelsa .	0,076	1,1 „ 2,8	2,0 „ 7,3	3,30
Flieder, Syringa vulgaris	—	4,2	8,4	6,30
Föhre, Pinus sylvestris .	0,008 bis 0,201	0,6 bis 3,8	2,0 bis 6,8	3,30
„ Pinus austriaca .	0,100	2,3 „ 3,3	3,3 „ 5,8	3,67
„ Pinus Strobus .	0,040 bis 0,160	0,2 „ 2,7	1,3 „ 5,0	2,30
Grenadillholz	0,117	1,69	2,28	1,98
Hartriegel, Cornus sanguinea . .	—	2,7 bis 5,3	7,7 bis 9,8	6,37
Hollunder, Sambucus nigra	0,019	2,6 „ 3,0	4,2 „ 7,8	4,40
Jakaranda	0,005	1,28	2,58	1,93
Kirschbaum, Prunus avium	0,112	1,6 bis 11,2	4,1 bis 12,2	7,27
„ Prunus Cerasus	—	3,4	7,2	5,30
„ Prunus Mahaleb	—	1,9 bis 4,8	4,5 bis 10,5	5,42
„ Prunus Padus .	—	2,3	10,8	6,55
Königsholz	0,081	2,91	4,92	3,91
Kornelkirsche, Cornus mascula . . .	—	3,9 bis 10,3	4,5 bis 10,0	7,17
Kreuzdorn, Rhamnus cathartica	—	0,7 „ 2,4	1,9 „ 8,3	3,32
Lärche, Larix europaea .	0,013 bis 0,288	0,3 „ 7,3	1,4 „ 7,1	4,02
Linde, Tilia grandifolia .	0,208	3,5 „ 8,5	6,9 „ 11,5	7,60
„ Tilia cordata . .	0,100 bis 0,121	0,4 „ 7,1	0,4 „ 10,9	4,70
Mahagoni	0,110	1,09	1,79	1,44

Namen der Holzarten.	Größe des Schwindens für: Längenholz. Prozent. (A)	Querholz in der Richtung: der Spiegel. Prozent. (B)	der Jahrringe. Prozent. (C)	Querholz im Mittel. Prozent. (D)
Mehlbeerbaum, Pyrus Aria	—	3,9 bis 10,6	7,23 bis 11,5	8,31
Nußbaum, Juglans regia	0,223	2,6 „ 8,2	4,0 „ 17,6	8,10
Pappel, Populus alba .	0,086 bis 0,624	1,2 „ 4,2	2,8 „ 9,8	4,50
„ Populus italica .	—	2,1 „ 7,6	5,2 „ 7,2	5,52
„ Populus nigra .	0,125	1,2 „ 5,4	4,0 „ 6,8	4,35
„ Populus tremula	0,022 bis 0,700	0,9 „ 4,2	3,33 „ 8,9	4,33
Pflaumenbaum, Prunus domestica . . .	0,025	1,8 „ 2,5	1,8 „ 11,3	4,35
Pockholz	0,625	5,18	7,50	6,34
Roßkastanie, Aesculus Hippocastanum .	0,088	1,84 bis 6,0	6,5 bis 9,7	6,01
Sandelholz, rothes . . .	0,094	1,34	2,01	1,67
Sauerdorn, Berberis vulgaris	—	2,2 bis 2,9	7,2	4,87
Spierlingsbaum, Sorbus domestica. . . .	—	2,0 „ 4,6	4,5 bis 10,7	5,45
Spindelbaum, Evonymus europaeus . . .	—	0,7 „ 3,1	3,9 „ 5,5	3,30
Tanne, Abies pectinata.	0,086 bis 0,122	1,7 „ 4,82	4,1 „ 8,13	4,69
Ulme, Ulmus campestris	0,014 „ 0,628	1,2 „ 4,6	2,7 „ 8,5	4,25
Vogelbeerbaum, Sorbus aucuparia . . .	0,190 „ 0,400	0,8 „ 3,43	4,1 „ 8,88	4,30
Weide, Salweide, Salix caprea.	0,500 „ 0,697	0,9 „ 4,8	1,9 „ 9,2	4,20
„ Trauerweide, Salix babylonica . . .	0,330	2,55	6,91	4,73
Weißbuche (Hainbuche), Carpinus Betulus.	0,210 bis 1,500	4,3 bis 6,82	6,2 bis 11,1	7,10
Weißdorn, Crataegus oxyacantha . . .	—	3,5 „ 6,8	5,9 „ 10,0	6,55
Zuckerkistenholz	0,066	1,62 „ 4,28	4,75 „ 10,5	5,29

Man sieht aus den Beobachtungen: 1) Daß das Schwinden in der Länge jeden-lls so gering ist, daß es für die meisten Verarbeitungen des Holzes füglich ganz ßer Acht gelassen werden kann. 2) Daß dagegen das Schwinden in der Breite bei hr vielen Holzarten auf 10 Prozent und noch darüber steigt, daher alle Aufmerk-mkeit verdient. 3) Daß von allen untersuchten Arten das Mahagoniholz am enigsten (im Mittel 1,44 Prozent oder 1/69) schwindet, wie denn auch die Erfahrung stätigt, daß dieses Holz besonders gut steht, d. h. sich unverändert erhält, wodurch zu guten Tischlerarbeiten vorzugsweise taugt.

Von dem bedeutenden Unterschiede zwischen der Schwindung des Längenholzes und ner des Querholzes überzeugt man sich oft an Zeichenbretern u. dgl., welche mit so-nannten Hirnleisten oder eingeschobenen Grathleisten versehen sind, indem hier nach ngerer Zeit, wenn das Bret durch Eintrocknen schmäler geworden ist, die Enden der wähnten, nicht merklich verkürzten, Leisten über den Rand etwas vorspringen. — Höl-rne Gemäße (zu Korn, Mehl ꝛc.) werden häufig durch Rundbiegen eines — gespaltenen er geschnittenen — dünnen Eichenholzbretes gebildet, wobei die Fasern in der Peripherie rum liegen, die Gemäßwand ihrer Höhe nach aus Querholz besteht: auf solche Weise rfertigt, verkleinern sie ihren Fassungsraum durch Austrocknung, oder vergrößern sie nselben durch Feuchtigkeit, bemerkbar mehr als wenn das Gemäß aus Stäben (Dauben)

zusammengesetzt ist; denn im letztern Falle ist in der Richtung der Wandhöhe Längen-holz, welches viel weniger schwindet und quillt. Nach genauen Versuchen vergrößerten Gemäße von rundgebogenem Eichenholze, bei welchem die Tiefe sehr nahe dem innern Durchmesser gleich kam, nachdem sie zuerst im warmen Zimmer ausgetrocknet waren, durch 8tägiges Verweilen in einem feuchten Keller ihren Inhalt um 1 bis $2^4/_5$ Prozent (durchschnittlich nahe 2 Pr.); wogegen die Vergrößerung bei den aus Stäben zusammengesetzten Gemäßen (halb so tief als weit) nur $^1/_{20}$ bis $^2/_3$ Prozent (im Durchschnitt etwa $^1/_3$ Pr.) betrug.

Wenn Holz lange Zeit hindurch im Wasser liegt oder stetig durch Wasser sich bewegt (wie bei Wasserrädern ꝛc.), so nimmt es durch Wassereinsaugung zuletzt ein größeres Gewicht an, als es selbst im frischgefällten saftvollen Zustande besaß, weil auch die im frischen Holze mit Luft gefüllten Poren endlich vom Wasser eingenommen werden; aber der kubische Inhalt scheint sich nicht über den im grünen Zustande vorhanden gewesenen zu vergrößern: wenigstens beobachtete Weisbach an frischgefälltem Fichtenholze, daß es durch vollendete Tränkung mit Wasser um 23 Prozent am Gewichte zunahm, sein spezif. Gewicht von 0,794 auf 0,970 erhöhte, aber im Volumen nur um 0,4 Prozent vergrößert wurde. Das Anquellen lufttrockenen Holzes im Wasser einerseits, und die Wassereinsaugung andererseits, halten nicht gleichen Schritt mit einander: ersteres ist nach $1^1/_2$ bis 2 Monaten gewöhnlich beendigt; die Gewichtszunahme aber erfordert mindestens 6 Monate, oft 2 bis 3 Jahre, um ihr Maximum zu erreichen.

Aus Weisbach's Versuchen ist folgende Tabelle zusammengestellt:

Namen der Holzarten.	Spezifisches Gewicht		Zunahme in Folge der Durchnässung,	
	völlig lufttrocken	völlig durchnäßt	am Volumen, Prozent	am Gewichte, Prozent
Ahorn	0,612 bis 0,686	1,098 bis 1,172	7,1 bis 9,8	71 bis 79
Apfelbaum . . .	0,674	1,130	10,9	86
Birke	0,591 „ 0,623	1,090 „ 1,091	7,0 „ 8,8	91 „ 97
Birnbaum	0,648	1,141	8,6	91
Buche	0,634 „ 0,762	1,035 „ 1,179	9,5 „ 11,8	63 „ 99
Eiche	0,629 „ 0,750	1,050 „ 1,171	5,5 „ 7,9	60 „ 91
Erle	0,423 „ 0,503	1,040 „ 1,121	5,8 „ 6,8	136 „ 163
Esche	0,700	1,105	7,5	70
Fichte	0,366 „ 0,526	0,761 „ 0,921	4,4 „ 8,6	70 „ 166
Föhre	0,463	0,890	4,8	102
Kirschbaum . . .	0,577	0,993	9,4	88
Linde	0,588	1,126	11,3	113
Pappel	0,353	1,021	8,5	214
„ (Espe). . .	0,581 „ 0,661	0,981 „ 1,103	5,2 „ 8,0	78 „ 80
Tanne	0,455 „ 0,505	0,874 „ 0,948	3,6 „ 7,2	83 „ 123
Ulme	0,609	1,123	9,7	102
Weißbuche	0,781	1,124	12,9	60

Könnte ein Holzstück, indem es schwindet, in allen Theilen ungehindert und gleichmäßig sich zusammenziehen (oder beim Quellen in eben solcher Weise sich ausdehnen), so würde nur dessen Größe, nicht aber dessen Form sich verändern. Einem solchen Erfolge stehen aber mehr oder weniger folgende Hindernisse im Wege: 1) Ungleiche Beschaffenheit des Holzes in seinen verschiedenen Theilen (hinsichtlich des Faserlaufes und der Dichtigkeit), wodurch die Einwirkung der Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft in ungleichem Grade stattfindet. 2) Die schon berührte Ungleichheit des Schwindens nach den verschiedenen Richtungen in Beziehung auf die Lage der Fasern und Spiegel. 3) Ungleiche Dicke des Stückes an verschiedenen Stellen, woraus ein

ähnliche Ungleichheit im Schwinden und Quellen hervorgeht, weil die dickeren Theile (namentlich im Innern) langsamer und unvollkommener die Feuchtigkeit fahren lassen oder anziehen. 4) Ungleich starke oder einseitige Einwirkung der Luft, welche durch ihre Trockenheit das Schwinden oder durch ihre Feuchtigkeit das Quellen herbeiführt. 5) Die Unmöglichkeit, dem Antriebe zum Schwinden oder Quellen frei zu folgen, worin sich das Holz oft befindet in Folge der Verbindung zwischen den Bestandtheilen eines aus Holz verfertigten Gegenstandes. — Diese Umstände sind, einzeln oder mehrere zusammengenommen, Ursache, daß das Schwinden und das Quellen so häufig mit Veränderungen der Gestalt, ja im schlimmsten Falle mit Trennung des Zusammenhanges verknüpft sind; mit anderen Worten: daß das Holz sich wirft (zieht) oder gar reißt, letzteres oft mit krachendem Geräusche. Die Fälle in denen, sowie die Erscheinungen, mit welchen dies sich ereignet, lassen sich nach dem bisher Vorgekommenen erklären.

Frisches oder grünes (nasses) Holz wirft sich am leichtesten und stärksten, weil es wegen seines großen Wassergehaltes am meisten schwindet. Aus diesem Grunde muß frischgefälltes Holz vor der Verarbeitung wenigstens mehrere Monate oder ein Jahr lang in einem trockenen Raume (im Freien mindestens vor Regen geschützt) aufbewahrt werden. Harte, dichte Hölzer unterliegen, weil sie im Innern verhältnißmäßig langsamer austrocknen, mehr dem Werfen als weiche. Eichenholz z. B. steht bei allen seinen übrigen schätzbaren Eigenschaften in dieser Beziehung sehr im Nachtheile gegen Linden-, Tannen-, Fichten-, Föhrenholz. Ganze Stämme oder andere sehr dicke Holzstücke trocknen bedeutend früher und stärker auf der Oberfläche, als im Innern; da also der Kern eines Stammes der durch das Trocknen eintretenden Zusammenziehung der äußeren Theile nicht folgen oder nachgeben kann, so entstehen Risse, welche in der Halbmesser-Richtung von der Oberfläche nach innen gehen (Trockenspalten). Die hiervon verschiedenen sogenannten Kernrisse, welche in der Nähe der Stamm-Enden wie ein unregelmäßiger Stern vom Mittelpunkte nach auswärts sich erstrecken, scheinen dadurch verursacht zu werden, daß die Hirnseiten, auf welchen die Saftgefäße sich öffnen, schneller nach innen hin trocknen, als der Umfang des Stammes. Je schneller das Austrocknen stattfindet, desto weitere aber weniger zahlreiche Risse entstehen.

Die erwähnten beiden Arten von Rissen im Holze sind nicht immer die Folge des Trocknens nach der Fällung, sondern kommen auch als natürlicher Fehler vor, in welchem Falle man sie mit den Namen Spiegelklüfte, im Besondern Waldrisse, Strahlenrisse, Uhrzeiger, oder Frostklüfte, Eisklüfte, Kaltrisse (gélivure, cadranure) benennt. Die ersteren gehen von der Markröhre aus, erstrecken sich mehr oder weniger weit auswärts und zeigen sich in ihrer einfachsten Gestalt als ein einziger gerader (diametraler) oder stumpfwinkliger Riß, welcher in der Mitte am breitesten ist, gegen die Enden spitz ausläuft, daher die Aehnlichkeit mit den Zeigern eines Uhrzifferblattes. Die Frostklüfte, welche wohl nur theilweise dem Froste ihre Entstehung verdanken, bilden sich ursprünglich in den jüngeren (äußeren) Holzschichten, können sich aber nach innen bis in den Kern fortpflanzen, wogegen sie äußerlich oft bedeutend mit zusammenhängendem Holze überwachsen erscheinen. — Trennungen zwischen benachbarten Jahrringen, also bogen- oder kreisförmige Risse nach dem Lauf der Jahrringe, entstehen bisweilen beim Trocknen des gefällten Holzes, sind aber gewöhnlicher ein schon auf dem Stamme vorhandener Fehler (Ringklüfte, Ringschäle, Kernschäle, roulure, kernschaliges oder schälrissiges Holz).

Wenn verhältnißmäßig breite und dünne Holzstücke (z. B. Breter) sich werfen, so geschieht dies nur oder hauptsächlich der Breite nach, wobei das Ganze die Gestalt einer sehr flachen Rinne annimmt; dabei wird (eine nicht zu ungleiche Einwirkung des Trocknens auf beiden Flächen vorausgesetzt) vermöge der Spiegelrichtung diejenige Seite konvex, welche näher dem Kerne des Stammes gelegen hat, die andere konkav. Das sogenannte Windschiefwerden (*winding*) langer Hölzer (wobei dieselben eine gleichsam schraubenartige Windung annehmen) entsteht vorzüglich dann, wenn durch Verschiedenheiten in der Textur, Fasern-Richtung oder Dichtigkeit an verschiedenen Stellen der Länge ein ungleiches Werfen nach der Breite erfolgt; es hat aber einen natürlichen Grund auch schon darin, daß die Holzfasern in langgezogenen Schraubenlinien liegen (S. 607), wonach ein gerader Sägenschnitt unvermeidlich dieselben theilweise kreuzt und durchschnittene Fasern auf die Oberfläche bringt, welche anders von der Feuchtigkeit und den austrocknenden Einflüssen affizirt werden als jene Stellen, wo der Schnitt mit den Fasern

parallel geht. Ist ein Bret oder eine von Bretern zusammengefügte Fläche von einer Seite dem Einflusse der Feuchtigkeit (oder einer wenig trockenen Luft) unterworfen, während die andere Seite nicht so sehr derselben ausgesetzt, oder gar mit trockener und warmer Luft in Berührung ist, so liegt die Konvexität der entstehenden Krümmung auf jener Seite, welche der Nässe oder in geringerem Grade der trocknenden Einwirkung zugänglich war. Daher ziehen sich Kommodenblätter, Schrankthüren und andere große Oberflächen von Möbeln die in Zimmern (besonders in geheizten) stehen, stets so, daß sie von außen hohl (konkav gekrümmt) erscheinen. Das Werfen in der Längenrichtung ist, gleiche Dimensionen vorausgesetzt, nie so bedeutend, wie das des Querholzes, weil nach dem Laufe der Fasern die Schwindung viel kleiner ist; aber auch hier wird natürlich die mehr der Nässe oder minder der Austrocknung zugängliche Seite konvex (z. B. an Fensterrahmen die äußere). Runde (gedrechselte) Holzstücke werden durch Schwinden oder Quellen oval, weil der mit den Jahrringen gleichlaufende Durchmesser stärker schwindet und quillt, als der rechtwinklig dagegen stehende, mit dem Laufe der Spiegel übereinstimmende. Flache Stammabschnitte nehmen aus demselben Grunde, wenn sie nicht reißen, beim Schwinden eine kegelförmige Gestalt an. Es kann die Frage aufgeworfen werden, ob ein Stück Holz, welches seiner Neigung sich zu werfen völlig Genüge gethan hat und hierauf in bestimmte Gestalt verarbeitet ist, sich fernerhin unverändert erhalten werde? Im Allgemeinen muß dieselbe verneinend beantwortet werden, wenn man bedenkt, daß durch die Verarbeitung neue Oberflächen entstehen, welche früher nicht dem Einflusse der Luft unterworfen waren und daß hier die Austrocknung weitere Fortschritte macht.

Wenngleich in der Regel das Quellen und Werfen des Holzes sehr unwillkommene und für dessen Anwendung nachtheilige Erscheinungen sind, so kann man doch von denselben in einzelnen Fällen Nutzen ziehen, indem man sie absichtlich hervorruft. Ein Mittel, dünne Holzblätter zu krümmen (und dadurch etwa zu einer ihnen zu gebenden großen Biegung vorzubereiten) besteht darin, daß man sie mit einer Fläche vor ein mäßiges Feuer hält, wodurch diese erwärmte Seite austrocknet und folglich konkav wird. Die andere Seite kann gleichzeitig mit Wasser benetzt werden, ebensowohl um sie zum Quellen zu veranlassen, damit sie leichter eine Konvexität annimmt, als um das Holz mittelst der Durchnässung biegsamer zu machen. Es ist bekannt, daß man Steine sprengen kann, indem man in ein Loch derselben einen hölzernen Keil kraftvoll eintreibt und diesen mit Wasser begießt: hier beruht die Wirkung auf der großen Gewalt, mit welcher das Holz durch das eingesogene Wasser anquillt.

Hierher gehört u. A. die Anwendung des Holzes als Dichtungsmaterial: die dampf- und wasserdichte Verbindung eiserner Röhren mit ebenen Gefäßwänden kann mittelst eingetriebener Ringe von trockenem Holz und kegelförmiger Gestalt mit Erfolg geschehen, wenn durch Anwesenheit von Wasser das Quellen dieser Ringe herbeigeführt wird.

Die Mittel, welche mit mehr oder weniger sicherem und vollkommenem Erfolge angewendet werden, um das Schwinden unmerklich oder unschädlich zu machen und das Werfen so wie das Reißen zu verhindern, sind sehr verschiedenartig.

1) Möglichst vollkommene Austrocknung. — Wie wesentlich, ja unerläßlich, das Trocknen des Holzes vor der Verarbeitung sei, ist bereits oben erwähnt worden. Es wird das Verfahren gerühmt, die Austrocknung vor dem Fällen (auf dem Stamme) zu bewerkstelligen. Zu diesem Behufe wird der Baum im Frühjahre, sobald seine oberen Zweige anfangen Laub oder Nadeln zu treiben, von den Aesten an bis zur Wurzel herunter theilweise oder völlig entrindet; die Aeste läßt man im natürlichen Zustande und der abgeschälte Baum bleibt so stehen bis zum Herbste, wo man ihn, wenn die Blätter vertrocknet sind, fällen und sogleich verarbeiten kann. Dem Holze wird hierbei auf natürlichem Wege das Wasser entzogen und seine Reservestoffe, Stärkemehl und Gerbmehl werden aufgezehrt; es wird durch Harz, das im absterbenden Baum verhärtet, bedeutend schwerer, fester und dauerhafter, leistet der Pilzbildung und dem Angriff der Holzkäfer größern Widerstand und ist zum Werfen weniger geneigt. Verschiedene Gründe stehen der allgemeinen Anwendung dieses Verfahrens entgegen, und der Regel nach muß deshalb das Lufttrocknen *(seasoning)* nach der Fällung stattfinden. Bei dessen Ausführung ist zu beobachten: a) Daß es nicht zu rasch und eben deswegen zu ungleichförmig stattfinde, um der Entstehung der Risse vorzubeugen; daß es aber auch nicht zu sehr verzögert werde,

weil sonst das Holz anfault (stockig wird). Frischgefällte Stämme bringt man am besten unter einen luftigen (doch nicht zu sehr dem Zugwinde ausgesetzten) Schoppen mit gepflastertem Boden, wo man sie in der ersten Zeit mit einer dünnen Lage trockenen Sandes bedecken kann. Rinde hindert das Austrocknen ungemein, ganz entrindete Stämme aber trocknen leicht gar zu schnell; zweckmäßig ist es daher, einen Mittelweg einzuschlagen, indem man die Stämme theilweise entrindet (das Anplätzen), was z. B. in einem schraubenartigen Streifen oder in Ringen geschehen kann und letztern Falls das Ringeln genannt wird. Durch Bekleben der Hirnflächen mit Papier oder durch Bestreichen derselben mit Oelfarbe, Lehm ꝛc., sucht man die Ausdünstung der Feuchtigkeit an diesen Theilen zu hindern oder wenigstens zu mäßigen und so dem Entstehen der Kernrisse vorzubeugen. Stets soll das Holz ringsum dem Zutritt der Luft ausgesetzt sein: man soll es nicht auf die bloße Erde oder dicht auf einander, sondern muß es auf gehörige Unter- und Zwischenlagen legen, wenn man das Anfaulen verhindern will; zu rathen ist sogar, daß man es von Zeit zu Zeit umlege oder verrücke. Es wird als wesentlich angegeben, daß die zwischen die aufgeschichteten Breter eingelegten Klötzchen ꝛc. am äußersten Ende derselben ihren Platz erhalten, widrigenfalls die über den Stützpunkt hinausragenden Enden stets aufreißen. Am vortheilhaftesten geht die Austrocknung von Statten, wenn die Hölzer aufrecht gestellt werden, ohne sich gegenseitig zu berühren, außer etwa am obern Ende, wo sie gegen einander gelehnt sind. Hierbei sollen auch weniger Risse entstehen. b) Daß es mit so kleinen Stücken vorgenommen werde, als die Bestimmung des Holzes gestattet; daher am besten in dem zur Verarbeitung ohnehin erforderlichen Zustande von Zertheilung (gespalten, zu Bretern geschnitten ꝛc.), oder sogar noch ferner zugerichtet. Daher wird von Tischlern, Drechslern, gern das schon in Gestalt der Arbeitstücke oder Bestandtheile zugeschnittene Holz noch Wochen oder Monate lang hingelegt, um völlig auszutrocknen. — c) Daß es so vollkommen als möglich geschehe, und das Holz in dem trockensten Zustande verarbeitet werde. Tischler setzen mit Recht einen Vorzug darein, das Holz erst nach mehrjähriger Aufbewahrung zu verarbeiten. Fußböden müssen bei anhaltend trockener und warmer Witterung gelegt werden, um nachher so wenig als möglich durch Schwinden Fugen zu bilden.

Die Ungleichförmigkeit des Trocknens, welche beim Liegen des Holzes an der Luft, in der gewöhnlichen Temperatur, unvermeidlich ist und die so nachtheiligen Risse verursacht, wird vermieden, wenn man durch Anwendung höherer Wärme die Feuchtigkeit schnell und aus allen Theilen zugleich austreibt. Kleine Holzstücke kann man zu dem Behufe in Sand eingraben, den man dann auf 60 bis 65° C. erhitzt. Für Bohlen und Dielen ist das Trocknen in einem gemauerten, mittelst eines hindurchgeleiteten (aus Ziegeln oder weiten thönernen Röhren gebildeten) Feuerzuges während 4 Tagen allmälig auf 60° C. erwärmten Schwitzkasten empfohlen worden; noch mancherlei andere Einrichtungen von Trockenkammern werden angewendet, um die Austrocknung mittelst heißer Luft (35 bis 150° C.) zu bewerkstelligen [1]), wozu nach Verschiedenheit des Holzes und der Temperatur oft 10 bis 20 Tage erfordert werden. Für die Anwendung dieses Prinzipes hat man in England noch überdies das Auspumpen der Luft aus einem luftdichten Gefäße, in welchem das Holz eingeschlossen wird, zu Hülfe genommen, weil hierdurch die Verdunstung der Holzfeuchtigkeit beschleunigt wird [2]). Das erwähnte Gefäß ist ein gußeiserner aufrechter Zylinder von z. B. 9m Länge und 1,2 bis 1,5m Durchmesser, in welchen die Hölzer stehend eingebracht werden und den man luftdicht bedeckt und verkittet. Der innere Raum desselben steht durch eine Röhre mit der Luftpumpe in Verbindung, und zwischen dem Zylinder und der Luftpumpe ist ein Kühlapparat angebracht, in welchem der größte Theil des aus dem Holze ausgetriebenen Wasserdunstes in Flüssigkeit verdichtet wird. Der Zylinder ist äußerlich mit durch Röhrenzüge erhitztem Sande, oder mit durch Dampf geheiztem Wasser umgeben, oder wird unmittelbar durch Dampf erhitzt. Die Temperatur, welche man ihm mittheilt, beträgt 45 bis

---

[1]) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 37. — Génie ind., T. 24, p. 26. — Polyt. Journ., Bd. 139, S. 182; Bd. 150, S. 268. — Polyt. Centr. 1862, S. 1425. — Armengaud, XV. 195.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 31, S. 26.

höchstens 95° C. und die darin hervorgebrachte Luftverdünnung erreicht etwa einen solchen Grad, daß sie einem Barometerstande von 50 bis 75 mm entspricht. Dünnes Holz bedarf wenigstens 12 Stunden, dickes wohl eine Woche zur Austrocknung. Die Arbeit ist beendigt, wenn nach Absperrung der Luftpumpe vom Zylinder, die an letzterem befindliche Barometerprobe nicht mehr steigt, zum Beweise, daß kein Dampf mehr aus dem Holze sich entwickelt. Mit dem Trocknen des Holzes durch künstliche Wärme kann das Räuchern desselben verbunden werden[1]), welches zur Vermehrung der Dauerhaftigkeit dient.

Auch ist die Holztrocknung mittelst überhitzten Wasserdampfes mit gutem Erfolg versucht worden. Sie besteht darin, daß man in einem Dampfkessel Wasserdampf bei einer 100° C. oder wenig darüber betragenden Temperatur erzeugt, diesen Dampf sodann — ohne daß er ferner mit Wasser in Berührung ist — auf 125 bis 175° C. (mittelst Hindurchleitens durch geheizte Röhren) erhitzt und ihn so durch eiserne Behälter gehen läßt, in welchen das Holz sich befindet. Der ausgedehnte, daher nicht gesättigte Dampf vermag gleich trockener erhitzter Luft eine bedeutende Menge Wasser aufzunehmen, welches er daher dem Holze entzieht und aus demselben wegführt. Eine über 175° C. steigende Hitze des Dampfes bräunt das Holz und bei 250° wird es verkohlt. Das durch überhitzten Dampf zweckmäßig getrocknete Holz zeigt einen entsprechenden Gewichtverlust, zugleich eine ansehnliche Volumensverminderung und Vermehrung der Festigkeit gegen Zerbrechen.

2) Durchdringung oder Ueberziehung mit der Feuchtigkeit widerstehenden Stoffen. — Bei dem Nadelholze, besonders den harzreicheren Gattungen desselben, bietet der Harzgehalt gewissermaßen ein natürliches Schutzmittel dieser Art dar. Von künstlichen Zubereitungen gehören hierher: das Tränken mit heißem Leinöl oder Einreiben mit Leinölfirniß, das Firnissen, das Anstreichen mit Oelfarbe oder Theer. Auf noch nicht völlig trocknes Holz angewendet, bringen diese Mittel jedoch mehr Schaden als Nutzen, weil sie das Verdunsten der im Innern befindlichen Feuchtigkeit unmöglich machen und dadurch zur Fäulniß Veranlassung geben. — Zarte Holzarbeiten, welche einen andern Anstrich nicht vertragen, kann man (nach vorausgegangener guter Austrocknung) mit feinem Graphitpulver mittelst einer Bürste einreiben.

Bei dem gewöhnlichen Tränken mit Leinöl (durch wiederholtes Bestreichen) dringt letzteres, selbst wenn es erhitzt ist, nur auf geringe Tiefe ein; eine durch und durchgehende Sättigung mit Oel ist dagegen zu erlangen, wenn man die Holzstücke in einem starken ölgefüllten, verschlossenen, gußeisernen Zylinder dem Drucke aussetzt, welcher durch fortdauerndes Hineinpressen von Oel mittelst einer kräftigen Druckpumpe erzeugt wird[2]): das Oel bedarf in diesem Falle keiner vorgängigen Erhitzung, und die Zubereitung sichert das Holz nicht nur gegen Werfen, sondern auch in ausgezeichnetem Grade gegen Fäulniß und Wurmstich.

3) Zweckmäßige Wahl der Faserrichtung bei Holzarbeiten. — Holzplatten, welche über Hirn zugeschnitten sind (d. h. so, daß ihre Fläche Hirnholz ist, und der Lauf der Fasern der Höhe oder Dicke entspricht), sind wenig dem Werfen ausgesetzt, daher man zur Ausarbeitung kleiner Holzschnitte — auch abgesehen von der größeren Leichtigkeit und Gleichförmigkeit, womit sich in Hirnholz graviren läßt — Platten von der beschriebenen Art anwendet. — Wenn ein Loch in einem Brete ꝛc. durch einen hineingeleimten Pfropf auszufüllen ist, muß man letzteren so zurichten, daß nicht Hirnholz, sondern die Faserseite auf die Oberfläche kommt, und zwar übereinstimmend mit dem Faserlaufe des Hauptstückes. Läge die Hirnseite frei, so würde der Pfropf, beim mit der Zeit erfolgenden Eintrocknen und Schwinden des Ganzen, eine Hervorragung auf der Oberfläche bilden, wegen der sehr ungleichen Schwindung von Längenholz und Querholz. — Bei der Zusammensetzung großer Flächen aus viereckigen Tafeln, welche als Füllungen in die Räume eines Rahmwerkes eingefügt werden, ist zu empfehlen, daß man diese Tafeln mit ihren Fasern nach verschiedenen Richtungen, in regelmäßiger Abwechslung, lege: indem hierdurch

---

[1]) Génie ind., T. 25, p. 301. — Polyt. Centr. 1863, S. 1335. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 422.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1845, p. 254. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 423.

das Streben zum Werfen nicht auf eine einzige Richtung konzentrirt wird, daher sich weniger kräftig äußern kann.

4) Gehörige Rücksicht auf die Lage der Spiegel und des Kernes bei der Zertheilung, Ausarbeitung und Verbindung des Holzes. — Da nach dem Obigen bekannt ist, daß die Schwindung des Holzes in der Richtung der Jahrringe viel bedeutender ist, als in der Richtung der Spiegel, so müßte man, um die Holzarbeiten möglichst unverändert zu erhalten, alles Arbeitsholz so zurichten, daß die dem Schwinden, Werfen und Reißen vorzüglich ausgesetzten breiten Flächen parallel mit den Spiegeln genommen, also die Spiegel in ihrer größten Ausdehnung darauf zu sehen wären. Breter müßten hiernach in der Richtung des Halbmessers der Stämme aus letzteren geschnitten, andere Holztheile nach dieser Richtung herausgespalten werden. In der Ausführung unterliegt, wegen praktischer Rücksichten, dieser Grundsatz sehr großen Beschränkungen; denn nicht allein würde man alsdann nur schmale Breter (höchstens von einer dem Stamm-Halbmesser nahe kommenden Breite) erhalten, sondern es würde durch die Menge von kleinen Abfällen eine arge Holzverschwendung stattfinden. Wenn, nach dem gewöhnlichen Verfahren, ein Stamm durch lauter parallele Schnitte in Breter zertheilt wird, so fallen die Flächen der äußersten am ungünstigsten, nämlich nahe parallel mit den Jahrringen, und die der mittelsten günstiger, nämlich so, daß mehr Spiegel unter sehr spitzen Winkeln durchschnitten werden. Dabei bemerkt man, daß in dem mittleren (dem Kerne nächsten) Theile eines jeden Bretes die Spiegel am meisten rechtwinklig, dagegen die Jahrringe sehr spitzwinklig durchschnitten sind, woraus sich von selbst ergiebt, daß in diesem Theile das Schwinden am bedeutendsten sein muß. Im Ansehen der Breter bemerkt man diesen Unterschied sehr deutlich, indem auf der Mitte die Jahrringe als sehr breite Streifen, gegen den Rand hin aber viel schmäler erscheinen. — Da an jedem Holzstamme der Kern und die äußeren Theile, in Folge ihrer verschiedenen Dichtigkeit, ungleiche Neigung zu schwinden haben, so wird das Werfen befördert, wenn eine Seite eines Holzstückes ursprünglich der Markröhre näher gelegen hat als die andere, was nie zu vermeiden ist, sobald das Stück zwischen Kern und Splint genommen wurde. Bei kleinen Bestandtheilen ist dieser Umstand unvermeidlich; dicke Bauhölzer aber haut man so aus dem Stamme, daß sie die Markröhre zur Achse erhalten, wodurch das Bestreben zu schwinden rings herum ziemlich gleich ist, also nicht so leicht ein Verwerfen zur Folge hat. An sämmtlichen aus einem Stamme geschnittenen Dielen, mit Ausnahme der Mitteldiele, schwindet und quillt die eine Fläche (die dem Kerne zugewendet gewesene) weniger als die andere; deshalb soll man beim Verleimen mehrerer Dielen zu einer Tafel dieselben abwechselnd mit der Kernseite nach oben und nach unten legen, indem dann die Veränderung durch das Werfen minder hervortritt, als wenn man sie alle mit gleicher Seite nach oben legte.

Breite Breter zerschneidet man, statt sie im Ganzen anzuwenden, nach einer Linie, die längs durch den Kern geht, und leimt die getrennten Hälften widersinnig (Kern an Splint) wieder zusammen: hierdurch will man erreichen, daß die meisten zum Schwinden und folglich zum Werfen geneigten Theile (welche nach dem Obigen die mittleren sind) von einander getrennt werden, und nicht mehr so übel wirken, als sie vereinigt gethan hätten. Dieses Verfahren, welches von Einigen sehr empfohlen wird, hat gleichwohl — seinen guten Erfolg auch allenfalls zugegeben — doch bestimmt den Nachtheil, daß die neben einander gelegten Splint- und Kernseiten in der Dicke ungleich schwinden, wodurch Unebenheiten auf der Oberfläche entstehen, die besonders bei feiner (namentlich bei furnirter) Arbeit von größter Schädlichkeit für das schöne Ansehen sind. Deshalb rathen Andere gerade entgegengesetzt, zwar die Breter der Länge nach zu zerschneiden, um die jederzeit rissigen Kerntheile zu entfernen, dann aber wieder Kern- an Kernseite (und ebenso beim Zusammenfügen mehrerer Breter stets Kern an Kern und Splint an Splint) zu leimen. Sehr erfahrene Holzarbeiter geben dieser Methode den Vorzug.

5) Zusammenfügung aus kleinen Theilen; weil jedes einzelne kleine Stück minder starke Ungleichheiten der Textur darbietet, auch nur eine geringe Veränderung durch Schwinden oder Werfen erleiden kann, folglich die Veranlassung

zu bedeutender Form-Entstellung oder zum Reißen — welche in großen Holzmassen mit ununterbrochenem Zusammenhange der Fasern, vorzüglich wegen deren unvermeidlich viel ungleichförmigeren Beschaffenheit, so leicht eintritt — wegfällt. Die Praxis findet jedoch manche Hindernisse gegen die allgemeine Befolgung dieses Prinzipes darin, daß die Bearbeitung zu kostspielig, oder die Festigkeit, auch wohl die Schönheit beeinträchtigt wird. Wo es indessen mit den sonstigen Zwecken vereinbar ist, verdient das Verfahren Empfehlung, und in gewissen Fällen wird es unerläßlich. So bildet man große Tafelflächen, die sich streng unverändert halten müssen, wie z. B. die Billards, aus schmalen (höchstens 150mm breiten) Bohlen. Die Platten, worauf große Holzschnitte gearbeitet werden, setzt man in ähnlicher Weise aus 12 bis 18mm breiten Stäbchen zusammen, welche mittelst quer durchgehender dünner, an den Enden mit Muttern versehener Schraubbolzen scharf an einander gepreßt werden. Ein ähnliches Verfahren in größerem Maßstabe ist S. 118, die Gießtafeln der Orgelbauer betreffend, erwähnt worden. Bei der Verfertigung großer hohler Walzen (sogenannter Trommeln) für gewisse Arbeitsmaschinen (Woll- und Baumwoll-Krempeln ꝛc.) legt man auf den Umkreis eines aus mehreren eisernen Rädern gebildeten Gerippes, parallel zur Achse desselben und dicht neben einander, 80 bis 150mm breite, des Zusammenpassens wegen keilförmig gearbeitete Holzstäbe. Kleinere solche Walzen, die nicht hohl sein können, bildet man, statt sie aus dem Ganzen zu verfertigen, aus vier oder sechs keilförmigen, mit ihren Schärfen im Mittelpunkte zusammenstoßenden Theilen. Ja für gewisse Zwecke, wo es (wie bei den Walzen-Mangen, Kalandern) auf äußerste Unveränderlichkeit hölzerner Walzen ankommt, ist sogar versucht worden, dieselben aus einer Menge Holzscheiben von höchstens 2mm Dicke, die — mit schwachem Leim bestrichen — auf eine eiserne Achse geschoben und stark an einander gepreßt wurden, zusammenzusetzen; dieses Verfahren würde Empfehlung verdienen, wenn man nicht noch bessere, auf gleiche Art (nur ohne Leim) aus Papier- oder Pappeblättern gemachte Walzen hätte. Wo die Umstände es erlauben, und namentlich der Preis der Arbeit es gestattet, setzt man große, vor dem Verwerfen zu schützende Holzflächen nicht aus ganzen Breterlängen, sondern aus kurzen, in ein Rahmenwerk eingefügten Tafeln zusammen. Die mit sogenannten Füllungen (panneaux, *pannels*) versehenen Thüren und Wandvertäfelungen, in noch ausgedehnterem Maße die Parketböden (getäfelten Fußböden), geben Beispiele hiervon. Auf ähnliche Weise verfertigt man öfters das Blatt des Billardtisches, wobei man noch die Vorsicht anwenden kann, die Füllungen so zu legen, daß von je zwei benachbarten die eine Längenholz in eben der Richtung darbietet, in welcher die andere Querholz hat (s. oben, 3).

Ein merkwürdiges Beispiel von der Zusammensetzung aus kleinen Theilen, in der Absicht das Werfen zu verhindern (gelegentlich allerdings auch zur Zierde) sind die Billardstöcke (Queues). Man macht dieselben wenigstens aus 6 bis 8 Stücken, oft von mehrerlei Holz und mit mannigfaltigen Verbindungen der Theile unter sich[1]); es giebt aber dergleichen, an denen der mittlere, etwa 900mm lange Körper (ohne Griff und Spitze) aus Hunderten, ja Tausenden (z. B. 3600) kleiner, durch Leim verbundener Stückchen besteht.

6) Eine Art der Zusammenfügung, wodurch entweder dem Holze für den Fall des Schwindens eine dem Reißen vorbeugende Beweglichkeit gelassen, oder auf dasselbe ein mechanischer Widerstand gegen das Werfen ausgeübt wird. — An Thüren, Hinterwänden von Möbeln ꝛc. mit sogenannten Füllungen (oben, 5) werden diese in Nuthen des Rahmholzes ohne Leim eingesetzt, damit sie sich, wenn sie schwinden, ungehindert zusammenziehen können. Bei Thüren, die mit Farbe angestrichen sind, kann man oft den Erfolg hiervon bemerken, nämlich längs der Kante des Rahmholzes einen schmalen, von Farbe entblößten Streif auf der Füllung, welcher nichts ist, als ein beim Schwinden der Füllung aus dem Rahmholze hervorgetretener Theil der

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. II., S. 181.

ersteren. Diese Bewegung verursacht manchmal, wenn sie durch schnelles Eintrocknen der Füllungen in warmer Luft plötzlich stattfindet, ein Krachen, welches dem von aufreißendem Holze ähnlich, aber natürlich gefahrlos ist. — Ein mechanischer Widerstand gegen das Werfen des Holzes kann auf verschiedene Arten hervorgebracht werden; und es sollen die gewöhnlichsten derselben hier angeführt werden, obwohl Manches über die dabei vorkommenden Holzverbindungen erst aus späteren Auseinandersetzungen ganz deutlich werden kann. Breite, aus Bretern gebildete Flächen versieht man gern an den Hirnenden mit Leisten, deren Fasern rechtwinklig gegen die Fasern der Fläche laufen (Hirnleisten), und welche mittelst Nuth und Feder angesetzt werden. Indem diese Leisten Längenholz in derjenigen Richtung darbieten, in welcher die Fläche sich zu krümmen strebt, zwingen sie dieselbe mehr oder weniger, diese Krümmung zu unterlassen. Das Rahmholz an Füllungen, sowie die Friese bei Parketböden (S. 626) wirken in ähnlicher Weise auf die dazwischen befindlichen Holztafeln. Da man Hirnleisten indessen nur an den äußersten Enden einer Breterfläche anbringen kann, so reicht, selbst wenn sie ziemlich breit sind, ihre Wirkung selten zur völligen Erreichung des beabsichtigten Zweckes hin; namentlich können sie nicht verhindern, daß die ganze Fläche eine windschiefe Gestalt annimmt. Besser in jeder Hinsicht ist es daher, wenn die Umstände es erlauben, auf der hinteren Fläche der Bretertafel dickere Leisten (ebenfalls quer gegen den Faserlauf) anzubringen, die dann mittelst eines sogenannten Grathes ihre Befestigung erhalten und über jene Fläche hervorragen: eingeschobene Leisten, Grathleisten. Hier ist auch die Verbindung der Breter durch Hirnfedern, bei Fußböden u. s. w. zu erwähnen, wovon später ausführlich die Rede sein wird. Manchmal sucht man, und nicht ohne Erfolg, dem Werfen einer Holzfläche dadurch vorzubeugen, daß man sie aus zwei oder drei Schichten (Dicken) zusammenleimt, und öfters nimmt man dazu verschiedene Holzarten; z. B. oben und unten Lindenholz, in der Mitte Mahagoniholz. Da jede Schicht ihr eigenes und besonderes Maß von Neigung sich zu werfen hat, so wirken sie hierdurch einander hindernd entgegen; wozu noch kommt, daß in dünnen Holzlagen zum großen Theile die Ungleichförmigkeiten der Textur wegfallen, welche das Werfen befördern (s. oben, 5). Sehr gut ist es, die Schichten so zu legen, daß die Richtungen ihrer (in parallelen Ebenen liegenden) Fasern sich kreuzen, was man durch den Ausdruck: über Quer zusammenleimen, bezeichnet. Dieses bei vielen Gelegenheiten sehr zu empfehlende Verfahren wird z. B. bei den Kattun- und Tapeten-Druckformen angewendet, welche der Gefahr des Werfens außerordentlich unterliegen, indem sie auf einer Fläche stets trocken bleiben, während auf der andern Fläche die aufgetragene Farbe sie ununterbrochen in Nässe erhält. Man bildet diese Formen aus drei Holzdicken, nämlich zwei (über Quer auf einander geleimten) von Tannenholz und einer von Birnbaumholz (welche letztere die eingeschnittene Zeichnung enthält). Oefters begnügt man sich mit einer Schicht von Birnbaumholz und einer von recht trockenem Eichenholz. Ersparung an dem theuren Birnbaumholz ist ein Nebenzweck, den man in diesen Fällen zugleich erreicht.

Kann man bei der ebengedachten Zusammensetzung mehrerer Holzdicken den Leim durch ein der Feuchtigkeit widerstehendes Mittel ersetzen, so ist der Erfolg noch ausgezeichneter. Daher hat man vortreffliche Zeichenbreter, Holztafeln zu Gemälden rc. auf die Weise hergestellt, daß man zwischen die einzelnen mit sich kreuzenden Faserrichtungen über einander gelegten Schichten gepulverten Schellack streute, das Ganze — mit einer stark erwärmten dicken Eisenplatte darüber und darunter — in eine Presse brachte und unter derselben erkalten ließ. — Endlich verdient angeführt zu werden, daß man bei einzelnen Gelegenheiten dem Werfen des Holzes durch Verstärkungen mittelst eiserner Schienen, Stäbe, Platten u. dgl. entgegenwirken kann, die man auf der Oberfläche oder im Innern desselben anbringt. Sehr oft ist aber der Erfolg hiervon nur, daß das am Werfen gewaltsam gehinderte Holz zerreißt (aufspaltet), indem sein Zusammenhang durch die in ihm entstehende Spannung überwunden wird.

7) Entfernung der Saftbestandtheile aus dem Holze. — Durch das beste Austrocknen des Holzes wird stets nur das reine Wasser des Saftes entfernt; aber die in demselben aufgelöst gewesenen Stoffe (S. 616) bleiben in den Poren

des Holzgewebes zurück. Diese Stoffe sind zum Theil solcher Art, daß sie hartnäckig eine gewisse Menge Feuchtigkeit an sich halten, und — wird dieselbe ihnen durch Austrocknen endlich doch entzogen — sie aus der Luft unter günstigen Umständen wieder aufnehmen. Hierdurch wird also anfangs das Trocknen erschwert oder verzögert, und späterhin das Quellen befördert: beides hinreichende Ursachen des Werfens und der damit zusammenhängenden Erscheinungen. Indessen darf man doch nicht glauben, daß den genannten Veränderungen des Holzes dadurch gänzlich abgeholfen werden könne, daß man die Saftstoffe wegnimmt; vielmehr ist zu berücksichtigen, daß schon die Natur der Holzfaser an sich und die Porosität des Holzes dem letzteren die Eigenschaft verleihen, Feuchtigkeit zurückzuhalten und von Neuem anzuziehen. Es leuchtet also ein, daß auch ein von seinen Saftbestandtheilen völlig gereinigtes Holz den Veränderungen durch den Einfluß der Feuchtigkeit stets noch in gewissem (allerdings bedeutend geringerem) Grade unterliegen müsse.

In England ist der Versuch gemacht worden, das Holz durch mechanischen Druck von einem Theile seines Saftes zu befreien, und es zugleich zu verdichten. Das Verfahren wird folgendermaßen beschrieben: Das in Breter oder Latten zersägte und glattgehobelte Holz wird mehrmals zwischen metallenen Walzen, die man nach jedem Durchgange enger zusammen stellt, durchgeleitet. Man kann auch mehrere Walzenpaare hinter einander, mit stufenweise kleinerer Oeffnung, anbringen, um das wiederholte Stellen, welches bei einem einzigen Paare nöthig wird, zu ersparen. Der Saft wird während dieser Behandlung des Holzes sichtbar ausgepreßt und das Holz zeigt wenig Neigung wieder anzuquellen, selbst wenn man es nachher befeuchtet; es wird härter, schwerer, dichter und unterliegt weniger dem Schwinden, Werfen und dem Verderben, als in seinem natürlichen Zustande. Es ist nöthig, den Druck nur sehr allmälig zu verstärken, um das Zerspringen und überhaupt jede Beschädigung des Holzes zu vermeiden. — Sollte sich wirklich (was nicht bekannt ist) dieses Verfahren als praktisch bewährt haben, so darf doch als gewiß angenommen werden, daß es nur auf dünne, astfreie und geradfaserige (daher nicht leicht splitternde) Hölzer anwendbar sein kann.

Entfernung des Saftes ist auch durch Luftdruck zu erreichen, indem man an dem dickeren Ende eines (entweder noch mit der Rinde versehenen oder schon behauenen) Stammes ein metallenes Gehäuse luftdicht befestigt, dann in dieses mittelst einer Druckpumpe heiße oder kalte Luft einpreßt, welche das Holz durchdringt und den Saft nöthigt, am anderen Ende abzufließen. Aus frischgefällten Stämmen kann so ein Drittel bis zur Hälfte ihres Gewichtes in Gestalt flüssigen Saftes ausgetrieben werden; aus solchen, welche schon 18 Monate unentrindet gelegen haben, noch ein Sechstel bis ein Fünftel. Es leuchtet jedoch ein, daß dieses Verfahren wegen seiner Kostspieligkeit und Weitläufigkeit sich kaum zu sehr umfassender Anwendung eignet.

Von jedenfalls weit allgemeinerer Brauchbarkeit und schon durch vielfältige Erfahrung bewährt, ist dagegen die Methode, die Saftstoffe durch Wasser oder Wasserdampf aufzulösen und aus dem Holze wegzuschaffen, worauf das letztere an der Luft (oder gelegentlich in geheizten Räumen) getrocknet wird. Man nennt diese Behandlung das **Auslaugen**, **Auslohen**, und verrichtet es auf dreierlei Weise: mit kaltem Wasser, mit kochendem Wasser, mit Dampf.

Auslaugen mit kaltem Wasser. — Durch Einsenken des Holzes in fließendes Wasser wird der Saft aus demselben erst auf der Oberfläche, nach und nach auch im Innern, ausgewaschen. Jedoch erfordert diese Wirkung lange Zeit, und muß bei dicken Stücken wohl in zwei oder drei auf einander folgenden Sommern wiederholt werden, um den Zweck vollkommen zu erreichen, weil das Wasser äußerst langsam das Holz gänzlich durchdringt (vergl. S. 620) und, ein Mal eingedrungen, nicht leicht darin wechselt. Gleichwohl zeigt sich schon nach ein- bis zweimonatlicher Dauer des Auslaugens ein merklicher Erfolg dadurch, daß die so behandelten Hölzer (z. B. eichene Ständer, Riegel rc., ferner Brückenbalken u. dgl.) weniger schwinden und weniger sich ziehen, als unausgelaugte. Es versteht sich von selbst, daß es zweckmäßig sei, das Holz vorher in dem durch seine Bestimmung vorgeschriebenen Maße zu zertheilen. Man räth, Balken und andere dicke Hölzer so in den Fluß zu legen, daß das der Wurzel am nächsten gewesene Ende gegen den Strom gerichtet ist, weil

so die Durchdringung mit Wasser am leichtesten erfolge. Diese Methode der Auslaugung ist übrigens aus dem angegebenen Grunde nicht zu empfehlen, falls man eine der folgenden anwenden kann.

Auslaugen mit kochendem Wasser (Auskochen). — Es wirkt schon weit besser, ist aber nur im Kleinen, bei Holzstücken von geringen Dimensionen, gut anwendbar, im Großen und bei Hölzern von bedeutendem Umfange nicht ohne Weitläufigkeit auszuführen. Man legt die Holzstücke in einen mit Wasser gefüllten, über Feuer eingemauerten Kessel, erhält sie darin durch irgend ein einfaches Mittel untergetaucht, und kocht sie so lange, als es nach ihrer Größe nothwendig ist; oder man leitet aus einem Dampfkessel Wasserdampf durch ein Rohr auf den Boden eines hölzernen, mit Wasser angefüllten Kübels, worin das Holz sich befindet, und erzeugt auf diese Weise die zum Kochen erforderliche Hitze.

Auslaugen mit Dampf (Dämpfen des Holzes). — Es ist die wirksamste und daher am meisten Empfehlung verdienende Art des Auslaugens, weil der Dampf in die Poren des Holzes kräftiger eindringt, und energischer auflösend auf die Saftstoffe wirkt als Wasser. Der Apparat hierzu[1]) besteht aus einem Dampfkessel zur Entwicklung des Wasserdampfes, und aus einem parallelepipedischen, zum Einlegen des Holzes bestimmten Kasten, in welchen der Dampf durch ein vom Kessel ausgehendes Rohr hineingeleitet wird.

Der Kessel kann, wenn er rund ist, 900 mm Durchmesser und (vom Boden bis zum Mittelpunkte seiner obern Wölbung) 900 mm Höhe haben. Das Ausgangsrohr für den Dampf ist mit einem Hahne zu verschließen, um nach Erforderniß den Dampf zuzulassen oder abzusperren. Der Dampfkasten ist aus 80 mm dicken, mittelst Nuth und Feder zusammengesetzten, Bohlen von Fichtenholz gebildet und mit eisernen Bändern eingefaßt, welche man durch Schrauben anziehen kann, um alle Fugen möglichst dampfdicht zu schließen. Er ist (bei den oben genannten Dimensionen des Kessels) 3,6 m lang, 1,5 m breit, 1,8 m hoch, ruht auf Bänken von Mauerwerk und besitzt unten einen Hahn zum Ablassen der darin sich sammelnden Flüssigkeit, sowie oben einen andern, um durch diesen nöthigenfalls den Dampf ausströmen zu lassen. An jedem Ende hat er eine starke, mit Schrauben zu befestigende, durch zwischengelegte Hede dicht anzupassende Thür. Beim Füllen des Kastens legt man die Holzstücke auf ihre schmale Fläche und sucht, ohne absichtlich große Zwischenräume zu lassen, so viel Holz als möglich unterzubringen. Während der ersten drei bis sechs Stunden, in welchen man den Dampf nicht zu rasch in den Kasten einströmen läßt, fließt das Wasser, welches aus dem in Berührung mit dem Holze abgekühlten Dampfe entsteht, nur lauwarm aus dem Abzugshahne, hat aber schon einen starken Holz-Geruch und Geschmack, indem es Theile von den Saftstoffen aufgelöst enthält. Späterhin heizt man den Kessel stärker, um eine reichlichere Dampfzuführung zu bewirken, welche nun stets in solchem Maße stattfinden muß, daß beim Oeffnen des oberen Hahnes am Kasten der Dampf mit Geräusch herausdringt. Nach 12 bis 15 Stunden ist das Holz erwärmt, die ablaufende Flüssigkeit erscheint etwas trüb, schleimig, und wird dies fortschreitend mehr, sowie der Geruch derselben an Stärke zunimmt. Die Farbe dieser Brühe ist verschieden nach der Art des Holzes: von Eichenholz schwarzblau, von Nußbaumholz rußfarbig, von Mahagoni stark roth, von Kirschbaum röthlich, von Lindenholz röthlichgelb, von Fichten und Ahorn blaßgelb.

Hinsichtlich des Größenverhältnisses zwischen Dampfkessel und Auslaugekasten findet man die Vorschrift: 40 cbm Inhalt des Kastens auf 1 □m zwischen Wasser und Feuer befindlicher Kesselfläche zu rechnen. Für den vorstehend angenommenen Kessel könnte hiernach der Kasten ansehnlich größer sein, als er oben beschrieben ist; nämlich — sofern der Kessel 450 mm hoch Wasser enthielte — etwa 5 m lang, 2 m breit und 2 m hoch.

Das Auslaugen dicker Hölzer ist nach 60 bis 80 Stunden beendigt, wo die Flüssigkeit wieder ganz klar, wiewohl noch etwas gefärbt, zum Vorscheine kommt. Man nimmt nun das Holz aus dem geöffneten Kasten und läßt es in einer geheizten Kammer, oder (was besser ist, aber viel mehr Zeit erfordert) an freier Luft trocknen. Im erstern Falle wird die Trockenkammer durch den Feuergang einer eigenen Heizung (welcher unter dem Fußboden hinläuft und mit gußeisernen Platten bedeckt ist) an-

[1]) Polyt. Journ., Bd. 36, S. 199.

fangs auf 25 bis 35°, nach den ersten drei Tagen aber bis zu 65 oder 75° C. erwärmt. Man legt darin das Holz hochkantig und trennt die einzelnen Stücke durch zwischengelegte dünne Stäbe. Die Dünste ziehen durch eine in den Schornstein führende, mit einer Klappe beliebig zu verschließende Oeffnung ab. Soll das Trocknen an freier Luft geschehen, so hat man die Stücke durch Unter- und Zwischenlagen gehörig dem Zugange der Luft auszusetzen, die Hirnflächen mit Papier zu überleimen, Regen, sowie Sonnenschein und Wind abzuhalten. Unter diesen Umständen trocknet das Holz in wenigen Monaten sehr vollständig aus (viel schneller als ungedämpftes) und erhält keine oder doch nur sehr kleine Risse.

Das gedämpfte Holz ist durch und durch von dunklerer Farbe, als es vor der Behandlung war (Tanne und Fichte bräunlichgelb, Birnbaum röthlichbraun, Ahorn röthlich, Mahagoni tief roth, Buche braun, Eiche rußbraun, Nußbaum schwarzbraun, Kirschbaum heller oder dunkler roth); im völlig getrockneten Zustande leicht, beim Anschlagen mit dem Fingerknöchel hell klingend, zu dünnen Spänen gehobelt leicht zerreiblich. Noch warm und naß aus dem Dampfkasten genommen, läßt es sich fast in alle beliebigen Krümmungen biegen, und behält diese Gestalt fernerhin vollkommen bei, wenn es im gebogenen Zustande erkaltet und einigermaßen getrocknet ist. — Das gedämpfte und wieder völlig ausgetrocknete Holz hat 20 bis 40 Prozent von dem Gewichte verloren, welches es im frischen (grünen) Zustande besaß, und ist um 5 bis 10 Prozent leichter als bloß getrocknetes. Es ist härter, zieht in feuchter Luft oder im Wasser bedeutend weniger Feuchtigkeit an, und quillt dabei in viel geringerem Maße, unterliegt folglich auch dem Schwinden und Werfen weniger, als unausgelaugtes. Zum Zerbrechen erfordert es eine um den zehnten bis vierten Theil größere Kraft, biegt sich dabei durchschnittlich ebenso stark und zeigt (zum Beweise daß es nicht mürbe ist) oft eine größere Neigung zum splitterigen Bruche, als nicht ausgelaugtes Holz gleicher Art. In allen Beziehungen ist daher das in Dampf ausgelaugte Holz als Bau- und Arbeitsholz dem bloß getrockneten vorzuziehen. Man muß dabei jedoch voraussetzen, daß die Einwirkung des Dampfes nicht über die zweckmäßige Grenze hinaus getrieben wurde; denn zu starkes Dämpfen vermindert die Härte und Festigkeit des Holzes. Es ist in dieser Hinsicht selbst die Ansicht geäußert, daß schon eine Temperatur des Dampfes von 100° C. oder etwas darüber einigermaßen verändernd und schwächend auf die Holzfasern wirke, und deshalb empfohlen, das Dämpfen in einem nur lose mit einem aufgelegten Deckel verschlossenen Kasten vorzunehmen, wo die zutretende Luft den Dampf auf etwa 60° C. abkühlt. Noch fehlt es aber an genügenden Erfahrungen, um den wahren Werth dieses Vorschlages zu beurtheilen; jedenfalls scheint es, daß diese Methode ein Mittelweg zwischen dem reinen Dämpfen und dem Auskochen sein würde, da bei der Abkühlung des Dampfes durch hinzukommende Luft ein großer Theil desselben zu Wasser verdichtet wird. Ebenso schleunig (oder in gleicher Zeit ebenso vollständig), wie durch das Dämpfen mit reinem Dampfe bei der Siedhitze, dürfte mithin die Auslaugung nicht erfolgen.

Die Dampfauslaugung kann in einigen Fällen sehr nützlich mit dem Pressen des Holzes verbunden werden, wenn letzteres auf zweckmäßigere Weise als mittelst eines Walzwerkes (S. 628) verrichtet wird. Auf dieser Grundlage beruht das englische Verfahren zur Zubereitung der hölzernen Keile und Nägel, welche zur Befestigung der Eisenbahnschienen in den Schienenstühlen, und der letzteren auf den Schwellen angewendet werden. Diese Stücke werden durch eine kräftige Maschine gewaltsam, ihrer Längenrichtung nach, in eine gußeiserne Form eingeschoben, welche an ihrer Mündung trichterähnlich gestaltet und so eng ist, daß sie eine bedeutende Zusammendrückung des Holzes bewirkt und Saftflüssigkeit herauspreßt. Hiernach kommen die Formen sammt den in ihnen enthaltenen Holzstücken in einen Dampfkasten, der mit hochgespanntem Wasserdampfe gefüllt wird. Letzterer zieht den Rest der Saftstoffe aus dem Holze, welches nach diesen Behandlungen fest, hart, klingend, für Witterungs-Einflüsse wenig empfänglich erscheint.

Fäulniß des Holzes. — Die reine Holzfaser an sich ist eine in sehr geringem Grade der Veränderung und Zerstörung durch die Zeit unterworfene Substanz. Wenn wir gleichwohl beobachten, daß das Holz selbst dann dem Verderbnisse unterliegt, wenn keine erkennbar nachtheiligen Einflüsse von außen auf dasselbe wirken, so ist diese Erscheinung der Gegenwart von Stoffen zuzuschreiben, welche der Faser selbst fremd sind, nämlich der Mehrzahl der in dem Safte aufgelösten Substanzen, welche wir bereits als eine mittelbare und vorzügliche Ursache anderer sehr nach-

theiliger Erscheinungen kennen gelernt haben. Bestimmte Erfahrungen sprechen zur Rechtfertigung dieser Annahme. Kocht man Holzsägespäne wiederholt und vollständig mit Wasser aus, so tritt die erhaltene mehr oder weniger gefärbte Flüssigkeit, in welcher die Bestandtheile des Saftes vereinigt sind, bald in Gärung, nimmt anfangs einen säuerlichen, später einen fauligen Geruch an, und bedeckt sich mit Schimmel; wogegen die ausgekochten Späne, selbst im feuchten Zustande, in langer Zeit keine Veränderung erleiden. Gießt man auf diese Späne einen Theil der durch das Auskochen gewonnenen Flüssigkeit (die man vorher durch Abdampfen mehr konzentrirt hat, um sie der natürlichen Beschaffenheit des Saftes zu nähern), vermengt beide gut mit einander und stellt das Ganze in mäßige Wärme, so findet die schon erwähnte Gärung statt, und es zeigt sich, daß durch dieselbe auch die Späne angegriffen werden, welche sich nach und nach in eine zerreibliche Masse verwandeln. Dampft man die vom Auskochen herrührende Flüssigkeit bis zur Trockenheit ab, so läßt sie einen Rückstand, der stark die Feuchtigkeit der Luft anzieht und wieder flüssig wird, wenn nicht etwa die Hitze beim Abdampfen so groß war, daß sie ihn zum Theil zersetzen und verkohlen konnte. Man kann sich hiernach erklären, was in dem sich selbst überlassenen Holze vorgehen muß, wenn es nicht den äußersten Grad von Trockenheit hat und denselben ununterbrochen behält: ein Fall, der bei der Anwendung des Holzes in der Regel nicht vorkommt. Die Saftstoffe in Verbindung mit Wasser, welches sie entweder gar nie verloren oder nachher wieder von außen angezogen haben, gehen in Gärung und verändern hierbei die Faser, welche ihren Zusammenhang verliert und zuletzt einen erdartigen zerreiblichen Zustand annimmt. Dies ist die Fäulniß, das Vermodern, Vermorschen, Verstocken (pourriture, carie, *rot*) des Holzes, wodurch dasselbe seine Härte, Biegsamkeit und Festigkeit, je nach den Umständen in längerer oder kürzerer Zeit, verliert. Wenn diese Zerstörung, besonders unter dem Zugange einer größeren Menge Feuchtigkeit, bis zu dem Grade gediehen ist, daß die faserige Textur in die erdartige überzugehen anfängt, so erzeugt sich auf der Oberfläche des Holzes der Schwamm, Holzschwamm, Hausschwamm (mérule, champignon des maisons), welcher nun seinerseits, da er seine Nahrung aus dem Holze zieht, dessen Zerstörung beschleunigt. Eine einzige Pilzart ist es, welche auf faulendem Holze in Gebäuden zum Vorschein kommt (der thränende Netzpilz, Merulius lacrymans, auch Mer. destruens, Mer. vastator, Boletus lacrymans, Xylophagus lacrymans und Xylomyzon destruens genannt); sie kündigt sich im Entstehen durch weiße, nach und nach um sich greifende, in ein graues Faserngeflecht übergehende Flecken an, und erscheint ausgebildet als häutige oder korkartige, meist nur dünne, öfters aber gegen 25^{mm} dicke Masse, gewöhnlich von brauner Farbe, einen unangenehmen und ungesunden Modergeruch verbreitend, benachbartes gesundes Holz ansteckend[1]).

Man unterscheidet, nach den Umständen unter welchen die Fäulniß des Holzes vor sich geht, zwei Arten derselben: die nasse und trockene, welche übrigens im Wesentlichen mit einander übereinstimmen. Die nasse Fäulniß, Fäulniß im engern Sinne (pourriture humide, *wet rot*) findet statt bei vorhandenem Uebermaße von Feuchtigkeit, wodurch das Holz ununterbrochen im nassen Zustande erhalten wird, also gleichmäßig und ohne Unterbrechung in der Zerstörung fortfährt (wie in feuchter Erde); die trockene Fäulniß, Trockenfäule, Trockenmoder, im Besondern das Vermodern, Vermorschen, Verstocken genannt (pourriture sèche, carie sèche, *dry rot*) tritt ein bei geringerem und abwechselnd bald steigendem bald sinkendem Feuchtigkeits-Zustande, wo also die Zerstörung in Zwischenzeiten wegen mangelnder Feuchtigkeit gemindert oder gar unterbrochen wird und im Ganzen langsamer fortschreitet (z. B. auf feuchter Erde oder in Luft und Wetter, dann auch überall, wo schlecht getrocknetes Holz gehindert ist, seine natürliche Feuchtigkeit durch Ausdunsten zu verlieren, ohne eben von außen der Nässe ausgesetzt zu sein). Die Hölzer faulen nicht alle gleich leicht und schnell. Aus Erfah-

---

1) Fr. H. Fritzsche, vollständige Abhandlung über den Hausschwamm, Dresden 1866. (4. Heft der Mittheilungen des sächs. Ingenieur-Vereins).

rungen geht hervor, daß im Allgemeinen Eichen-, Ulmen-, Lärchen-, Föhren-, Fichtenholz zu den dauerhaftesten Arten gehören; Eschen-, Buchen-, Erlen-, Birkenholz weniger, endlich Weidenholz, Pappelholz am wenigsten dauerhaft sind. Manche Hölzer halten sich im Nassen besser als andere, die dagegen öfters im Trocknen den Vorzug vor jenen verdienen. So dauert die Erle weit länger in der Nässe als Fichte oder Buche, ungeachtet sie in freier Luft angewendet beiden genannten nachsteht.

Zur Fäulniß im Allgemeinen sind Feuchtigkeit und eine gewisse, weder zu hohe noch zu geringe Wärme wesentliche Bedingungen; hieraus, sowie aus der Berücksichtigung des Umstandes, daß beim Holze der Saft es ist, dessen Gegenwart diese Zerstörung herbeiführt, ergeben sich die Mittel, welche zur Abhaltung der (trockenen sowohl als nassen) Holzfäulniß mehr oder weniger tauglich sind, und nach Maßgabe der Umstände gewählt werden müssen. Sie sind folgende:

1) Vermeidung der Anwendung von nassem oder unvollkommen ausgetrocknetem Holze, oder in gewissen Fällen wenigstens eine Anwendung des Holzes, bei welcher es nach seiner Verarbeitung hinlänglich der Luft ausgesetzt ist, um den Theil der Saftfeuchtigkeit, welchen es noch enthält, durch Austrocknung zu verlieren.

2) Schutz vor dem Zutritte äußerer Feuchtigkeit; z. B. durch Bedeckung oder durch wasserabhaltende Anstriche (Oelfarbe, Firniß, heißen Holz- oder Steinkohlen-Theer), wobei indessen hinsichtlich der letzteren die schon (S. 624) gemachte Bemerkung gilt, daß sie nicht anders als auf gut ausgetrocknetes Holz angewendet werden sollen. Auf allen Seiten stetig von fließendem Wasser umgeben, ist das Holz dem Faulen nicht unterworfen.

Ueber Oeltränkung vergl. S. 624. — Den zum Theeren angewendeten Steinkohlentheer kann man zweckmäßig voraus mit gepulvertem Kolophonium und Schwefel kochen; sehr zu empfehlen ist auch eine Mischung von 2 Maß Steinkohlentheer, 1 Maß Holztheer (beide zusammen mit etwas Kolophonium aufgekocht) und 4 Maß frisch zu trockenem Pulver gelöschtem Kalk.

3) Unterhaltung eines Luftwechsels um das Holz durch Anbringung von Luftzugkanälen oder niederen hohlen Räumen (unter den zu schützenden Fußböden), welche einerseits mit den Schornsteinen, andererseits durch Klappen mit der äußeren Atmosphäre in Verbindung stehen.

4) Fernhaltung der Berührung mit solchen Körpern, welche die Fäulniß einleiten, also z. B. der feuchten Erde. Auf diesem Grunde beruht theilweise der Schutz des in der Erde liegenden Holzes durch Theeranstrich; oder durch Bestreichen mit konzentrirter Schwefelsäure (Vitriolöl), welches eine oberflächliche Verkohlung herbeiführt, oder durch äußerliche Verkohlung mittelst Anbrennens. In allen drei Fällen ist die Holzoberfläche mit einer dünnen Schicht einer der Fäulniß widerstehenden Substanz (Theer, Kohle) umgeben, welche sie von der Erde trennt und wenigstens dem Anfaulen von außen herein vorbeugt.

5) Chemische Veränderung der gärungsfähigen Saftstoffe durch Einwirkung der Hitze, wobei sie das Vermögen in Gärung zu gehen und Feuchtigkeit anzuziehen, verlieren. Hierauf beruht — wenigstens zum Theil — die Erfahrung, daß gedörrtes (bei starker Wärme bis zum Braunwerden getrocknetes) oder gar oberflächlich angekohltes Holz (s. vorstehend unter 4) besser der Fäulniß widersteht, als bloß lufttrockenes. Dabei ist zu bemerken, daß eine solche nur theilweise vorgenommene Zubereitung nichts hilft, wenn auf anderen Stellen die Feuchtigkeit Zugang in das von der Hitze weniger oder gar nicht veränderte Innere gewinnen kann, weil dann die Fäulniß von innen heraus stattfindet. Pfähle, welche man in die Erde versenkt, sollen daher nicht bloß an dem eingegrabenen Theile verkohlt, sondern auch über der Erde wenigstens braungeröstet und an dem oberen Hirn-Ende mit Kupferblech, Eisenblech oder gewalztem Blei 2c. bedeckt werden. Zur fabrikmäßigen Verkohlung von Telegraphenstangen und Eisenbahnschwellen sind be-

sondere Apparate in Gebrauch gekommen, bei denen eine aus Leuchtgas oder Steinkohle erzeugte Stichflamme gegen die Oberfläche des Holzes geleitet wird[1]).

6) Tränken (Imprägniren, injecter) des Holzes mit verschiedenen Substanzen, welche theils direkt säulnißwidrig sind, theils die Saftstoffe chemisch verändern[2]). Hierher gehört das Räuchern (S. 624), das Kochen in Salzwasser (Kochsalzauflösung), das Tränken mit konzentrirter Salzsoole, Meerwasser, Alaun-, Eisenvitriol-, Kupfervitriol- oder Chlorzink-Auflösung, mit holzessigsaurem Eisen, Theeröl, Kreosot, verdünnter Schwefelsäure; das Verkieseln, oder Durchdringen mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali oder Natron (dem sogenannten Wasserglas, welches durch Zusammenschmelzen des Quarzsandes oder zerpochten Quarzes mit Pottasche oder Soda erhalten wird); rc. In England hat man das Quecksilberchlorid (ätzenden Quecksilber-Sublimat) besonders wirksam zu diesem Zwecke gefunden und dasselbe zur Konservirung des Schiffbauholzes rc. angewendet, wobei indessen (wegen der giftigen Eigenschaften des Mittels) mit Vorsicht verfahren werden muß. Diese (jetzt wohl nur selten noch angewendete) Zubereitung wird — nach dem Erfinder Kyan — mit dem Namen Kyanisiren bezeichnet; uneigentlich nennt man oft ebenso das Tränken mit anderen fäulnißwidrigen Flüssigkeiten (Chlorzink, Kupfervitriol, Kreosot).

Ein großer in die Erde gegrabener, mit Bretern ausgelegter Behälter nimmt das Bauholz auf, welches man durch befestigte Querleisten am Aufsteigen und Schwimmen verhindert, wenn nachher die Auflösung ($1/2$ kg Sublimat auf 25 bis 75 kg Wasser) aus einem andern, höher stehenden Behälter eingelassen wird. Das Holz bleibt eine nach der Erfahrung als hinreichend bekannte Zeit (Breter 2 bis 3 Tage, Bohlen 4 bis 7 Tage, Balken 8 bis 14 Tage) unter der Flüssigkeit, welche hierauf ausgepumpt und, nach Zusatz einer neuen Portion Sublimat und Wasser, wieder gebraucht wird. Man läßt die getränkten Hölzer einen Monat lang an der Luft zum Trocknen liegen, bevor man sie anwendet. Der Quecksilber-Sublimat verbindet sich chemisch mit Bestandtheilen des Saftes, und wird durch Wasser nicht wieder aus dem Holze ausgezogen. Es scheint jedoch, daß die Sublimat-Auflösung bei diesem Verfahren nicht sehr tief eindringt und demnach das Holz zwar vor dem Anfaulen von außen, aber nicht vor der in seinem eigenen Innern entstehenden Verstockung geschützt wird. Deshalb hat man in England Eisenbahnschwellen u. dgl. zum Theil auf eine kräftigere Weise mit der Sublimatauflösung imprägnirt, nämlich durch Behandlung in einem von Schmiedeisenplatten zusammengesetzten, mit Holz gefütterten Behälter, in welchen man nach Auspumpen der Luft die Flüssigkeit mittelst starker Druckpumpen einpreßte. Bei einem Drucke von 7,5 kg auf 1 □Centimeter wurden die Schwellen binnen 7 Stunden bis in den Kern durchdrungen; 1 cbm Holz absorbirte dabei sehr verschiedene Mengen der Auflösung, nämlich von 36 bis 238 kg, worin 0,25 bis 1,65 kg Aetzsublimat enthalten war. Jedenfalls ist das Kyanisiren eine kostspielige Prozedur.

Zur Konservation der Eisenbahnschwellen (billes, traverses, *sleepers*) ist als wohlfeileres Mittel eine Auflösung von Kupfervitriol in dem 25- bis 50fachen Gewichte Wasser zur Anwendung gebracht worden. Die Hölzer werden in einem starken Behälter dicht verschlossen; dann pumpt man mittelst einer messingenen Druckpumpe mit großer Kraft (9 bis 10 kg Druck auf 1 □Centimeter) die Auflösung ein. Letztere soll in $1^1/_2$ Stunden eine Bohle von 9 m Länge, 350 mm Breite, 180 mm Dicke bis ins Innerste durchdringen. Nach einer andern Methode wird zuerst die Luft aus dem mit Holz (Eisenbahnschwellen) gefüllten Behälter ausgepumpt, hierauf die Kupfervitriolauflösung eingelassen und dann 4 bis 6 Stunden lang der hydrostatische Druck einer wenigstens 12 m hohen Säule Kupfervitriollösung unterhalten[3]). Da eiserne Behälter die Kupferauflösung zersetzen und einen großen Verlust an derselben durch Abscheidung von Kupfer herbei-

1) Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 3. 1872, S. 103.

2) E. Buresch, Ueber die verschiedenen Verfahrungsarten und Apparate, welche beim Imprägniren der Hölzer Anwendung gefunden haben. (3. Heft der Mittheilungen des sächsischen Ingenieur-Vereins). Dresden 1860. — Armengaud, XV. 179. — Génie ind., T. 16, p. 257. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 12. — Polyt. Centr. 1859, S. 580, 934.

3) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 51.

führen, so ist es beinahe unerläßlich, kupferne Gefäße anzuwenden, die durch ihren sehr hohen Preis das Verfahren kostspielig machen. Neuerlich zieht man daher als Tränkungsmittel meist das ziemlich ebenso wirksame Chlorzink (bereitet durch Auflösen von Zink in Salzsäure bis zur Sättigung, und nachfolgendes Verdünnen mit Wasser) vor; die einfachste (auch für Kupfervitriol brauchbare) Methode dasselbe anzuwenden besteht darin, daß man das Holz ungefähr eine Stunde lang in Chlorzinkauflösung von 4 Grad Baumé (spezif. Gewicht 1,028) kochen, dann unter der Flüssigkeit selbst gänzlich erkalten läßt: hierzu dient ein nicht sehr kostspieliger Apparat (mit hölzernen Behältern und Dampfheizung)[1]; die Durchdringung ist vollständig und die ganze Zubereitung in 6 bis 24 Stunden vollbracht. Oefters gebraucht man aber Vorrichtungen, in welchen die Zinkauflösung unter bedeutendem Drucke auf das Holz wirkt und die Operation (einschließlich des vorausgehenden Dämpfens, welches die Aufnahme der metallischen Flüssigkeit sehr erleichtert) in 7½ bis 9½ Stunden zu Ende geführt wird[2].

Von der Tränkung mit Kupfervitriol hat man am Rhein eine sehr erfolgreiche Anwendung auf die tannenen Weinpfähle in den Weingärten gemacht. In eine auf 60° C. erwärmte Auflösung aus 1000 kg Wasser und 16 kg Kupfervitriol werden diese Pfähle drei Viertelstunden lang eingelegt; beim Herausnehmen taucht man sie dann sogleich in Kalkmilch. So zubereitete Pfähle fanden sich nach achtjährigem Gebrauche noch ganz unversehrt, wogegen unzubereitete schon nach zwei Jahren gänzlich faul waren.

Auch die Tränkung mit Kreosot oder mit Steinkohlentheeröl wird in England auf Eisenbahnschwellen und verschiedene Bauhölzer angewendet, indem man dieselben in einem geheizten Schoppen trocknet, in einen eisernen Kessel bringt, diesen verschließt und luftleer pumpt, ihn mit Theeröl füllt, und endlich einige Zeit lang einen Druck von 11 kg auf 1 □ Centimeter vermittelst der Druckpumpen unterhält. Die Zubereitung gilt als beendigt, wenn sich durch Nachwägen von Probestücken ergiebt, daß 1 cbm (Fichten-) Holz 112 bis 144 l (ein Neuntel bis ein Siebentel seines Volumens) Theeröl aufgenommen hat. Eine abgeänderte Methode besteht darin, das Holz erstlich mit Steinkohlenrauch zu räuchern und hierauf in heißes Steinkohlentheeröl zu tauchen[3]. Auch die Imprägnirung mit Paraffin (in Petroleumäther gelöst) ist für Eisenbahnschwellen in Vorschlag gekommen[4].

Das Metallisiren des Holzes (auch Paynisiren, nach dem Erfinder Payne, genannt) besteht in einer Tränkung mit Eisenvitriolauflösung und nachfolgender Behandlung mit Chlorkalzium-Auflösung, welche letztere wenigstens in der äußersten Schicht einen, die Poren ausfüllenden, Niederschlag von Gyps erzeugt. Dazu wird ein ähnlicher Apparat mit Druckpumpe wie der vorerwähnte angewendet. Das in solcher Weise zubereitete Holz hat sich bei mehreren Gelegenheiten sehr dauerhaft gezeigt; zum Straßenpflaster bewährte es sich aber ebensowenig als das kyanisirte. — Payne gab später die Methode an, zur ersten Tränkung eine Auflösung von Schwefelkalzium oder Schwefelbaryum, zum zweiten eine Eisenvitriolauflösung zu gebrauchen, wodurch sich im Holze zwei unauflösliche Niederschläge — schwefelsaurer Kalk oder Baryt und Schwefeleisen — bilden.

Tränkung des Holzes mit Salzauflösungen kann ohne kostbare mechanische Hülfsmittel und in ganzen Stämmen dadurch vollführt werden, daß man entweder den noch nicht gefällten Stamm unten anbohrt und durch die Bohrlöcher die Flüssigkeit einbringt, welche sodann vermöge Haarröhrchen-Thätigkeit bis in die Zweige aufgesogen wird; oder den gefällten Stamm aufrecht stehend oben mit einem Behälter verbindet, aus welchem die Salzauflösung durch ihren eigenen Druck nach unten zu sich einfiltrirt rc.[5]. Dies ist das zu seiner Zeit viel gerühmte Verfahren von Boucherie, welches aber für viele Fälle als unpraktisch sich ausgewiesen hat, weil zwar einige Holzarten (Linde, Erle, Buche, Weide, Ulme, Birnbaum, Weißbuche) vollständig durchdrungen werden; andere aber nur im Splinte, nicht im Kernholze (Eiche, Nußbaum, Fichte, Tanne), oder beinahe gar nicht (Kirschbaum, Esche, Pappel).

---

[1]) Wiebe, Handbuch I. 53.
[2]) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. I., 1855, S. 237. — Polyt. Journ., Bd. 138, S. 327.
[3]) Polyt. Centr. 1853, S. 231. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 146.
[4]) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 155.
[5]) Polyt. Centr. 1851, S. 480.

7) Wegschaffung des Saftes. — Schon beim Fällen des Holzes kann viel in dieser Beziehung gewirkt werden. Daß das Holz außer der Saftzeit, also vor Anfang der wärmeren Frühlingszeit, wo der Saft in den Bäumen aufsteigt, gefällt werden müsse, ist ein wichtiger Umstand. Wenn man die gefällten Stämme unentwipfelt auf dem Platze liegen läßt, so schlagen im Frühjahre die Zweige aus, und ziehen durch das eintretende Wachsthum der Blätter den Saft aus dem Stamme, welcher erst nach dem Abwelken des Gipfels weggefahren und dann dem Trocknen auf gewöhnliche Weise überlassen wird. Es ist Thatsache, daß dieses Verfahren die Neigung des (nun saftärmeren) Holzes zur Fäulniß vermindert. Die Behandlung des Holzes durch Dampfauslaugung (S. 629) ist das beste Mittel zur Entfernung der Saftstoffe, und wirkt also kräftig zur Verhinderung der Fäulniß, was mit dem Auslaugen oder Auskochen in Wasser weit minder der Fall ist. Mit dem Dämpfen kann zweckmäßig die Durchdringung mit Theer, und zwar auf die Weise verbunden werden, daß man in der letzten Periode der Arbeit dem Wasser im Dampfkessel eine Quantität Holz- oder Steinkohlentheer zusetzt, dessen Dämpfe mit denen des Wassers zugleich zwischen die Fasern des Holzes gelangen. Letzteres wird hierdurch merklich härter, läßt, wenn es naß geworden ist, das Wasser schnell wieder verdunsten, und widersteht sehr gut der Fäulniß. —

Die Mittel zur Verhinderung des Schwammes (S. 631) fallen — da letzterer eine Folge der eingetretenen Fäulniß ist — mit jenen gegen das Faulen des Holzes zusammen. Besonders schützend hat sich das Kyanisiren (S. 623) erwiesen; auch will man Bestreichen des Holzes mit einer nicht zu schwachen Kupfervitriol- oder Eisenvitriol-Auflösung (mit oder ohne Zusatz von etwas Schwefelsäure), sowie Tränken mit holzessigsaurer Eisenauflösung von 10° B. (spezif. Gew. 1,072), sehr wirksam zur Verhinderung des Schwammes, und selbst zu dessen Vertilgung, gefunden haben.

In Gebäuden sind vorzugsweise die zunächst über den Fundamenten liegenden Hölzer dem Entstehen des Schwammes ausgesetzt. Es ist höchst wesentlich, hier nur ausgewachsenes und vorher völlig lufttrockenes Holz anzuwenden und ihm eine möglichst trockene Lage zu geben, also wenigstens 500 mm über der Erde, oder wenigstens nicht direkt auf Erde, sondern auf einem Guß von Harz, Theer und Sand, einer Schüttung von trockenem Lehm, todtem Bauschutt, Holz- oder Torfasche u. dgl. Kann man um die Hölzer eine Luftzirkulation unterhalten, so schützt diese allein schon gewöhnlich gegen den Schwamm. Uebertünchen mit gewöhnlichem Kalk hindert die Fäulniß und Schwammbildung nicht, wohl aber soll hydraulischer Kalk (römischer Zement) diese Wirkung haben.

Wurmfraß. — Altes, verstocktes (stockig gewordenes) Holz ist dem Wurmfraße, Wurmstiche (vermoulure, piqûre des vers, *wormeatenness*) ausgesetzt, d. h. der Zerstörung durch Insekten (Federholzkäfer, Ptilinus — Pochholzkäfer, Anobium — Putzbockkäfer, Clytus — Scheibenbockkäfer, Callidium — Kapuzenkäfer, Apate — Splintkäfer, Lyctus — Bohrkäfer, Ptinus), welche zahlreiche Gänge durch das Holz arbeiten und dasselbe in Staub verwandeln, wovon man oft auf der Oberfläche lange kaum Spuren bemerkt. Unverdorbenes, besonders sehr gut ausgetrocknetes oder gar bei 100 bis 120° C. gedörrtes Holz wird selten oder nicht wurmstichig (vermoulu, mouliné, *wormeaten*); eher noch der Splint. Es scheint, daß die Insekten gewissen Bestandtheilen des Holzsaftes nachgehen, und das Ausdämpfen muß also auch gegen dieses Uebel vortheilhaft wirken, zumal man voraussetzen darf, daß die Hitze des Dampfes für die etwa vorhandene Brut tödtlich ist. Tränkung mit Theer, Kupfervitriol, Quecksilbersublimat ꝛc. hält gleichwie die Fäulniß so auch den Wurm ab. Holzschnitzarbeiten können durch einen Ueberzug von Leim, dem ein wenig Quecksilberchlorid zugesetzt ist, vor dem Wurm beschützt werden. Wo der letztere sich aber ein Mal eingenistet hat, ist er kaum mehr auszurotten; alle in dieser Beziehung vorgeschlagenen Mittel[1]) sind unvollkommen oder doch nur ausnahmsweise bei besonders werthvollen Gegenständen anwendbar.

Holz-Arten. — Seiner Anwendung nach wird das Holz in Brennholz (wozu das Kohlholz gehört) und in Nutzholz unterschieden. Letzteres theilt sich in Bauholz, Zimmerholz (bois de construction, bois de charpente, *timber*), wozu auch das größere Maschinenbauholz zu rechnen ist, und in Werkholz, Arbeits-

[1]) Ztschr. d. Ing. 1866, S. 78.

holz (bois d'ouvrage, bois de travail, *timber*). Nach dem besonderen Gebrauche benennt man das Werkholz wieder Tischlerholz (bois de menuiserie), Wagner- oder Stellmacherholz (bois de charronnage, *cartwright's timber*), Böttcher- oder Binderholz, Drechslerholz, Geschirrholz (zu kleinen Maschinen-, auch Fuhrwerks-Bestandtheilen).

Um, soviel in Kürze durch schriftliche Mittheilung möglich ist, eine Kenntniß der Bau- und Werkhölzer zu geben, möge hier eine Aufzählung und gedrängte Beschreibung derselben folgen; wobei indessen bemerkt wird, daß manche seltener gebräuchliche oder unwichtige Arten, sowie solche, die nur außerhalb Deutschlands häufiger zur Verarbeitung kommen, übergangen sind. Eine vollständige Aufzählung würde ohne erheblichen Nutzen und schon darum nicht möglich sein, weil es sich öfters ereignet, daß von wenig bekannten Holzarten aus fremden Erdtheilen gelegentlich einzelne Schiffsladungen auf dem Markte erscheinen und dann wieder vielleicht Jahre lang nichts davon vorkommt, folglich eine Verbreitung in den Werkstätten nicht stattfindet; auch manchmal die Mode augenblicklich eine Art hervorzieht, die bald wieder vergessen wird. Ungezwungen lassen sich die Holzarten in europäische und außereuropäische abtheilen, welche letzteren zuweilen auch indische genannt werden, wiewohl darunter die aus Amerika, Asien, Afrika und Australien zusammen begriffen sind.

A. Europäische Holzarten.

1) **Tannenholz,** Weißtannen (sapin, *deal*), das weißeste, weichste und am wenigsten harzreiche unter den sogenannten Nadelhölzern, wozu außerdem die Fichte, Föhre und Lärche gehören; von der Tanne, Weißtanne, Silbertanne, Edeltanne (Pinus picea, *Linné*, — P. Abies, *Duroi*, — Abies pectinata, *Décandolle*) welche in völlig geraden, bis über 50 m hohen und unten bis 1,8 m dicken Stämmen wächst. Sehr lang- und geradfaserig, ungemein leicht und schön spaltbar. Die Jahrringe, welche sich auf dem Schnitte durch etwas röthlichere Streifen auszeichnen, sind grob; dennoch ist das Holz von ziemlich gleichmäßiger Dichtigkeit; wirft sich nicht stark, zeigt im Trocknen und beständig unter Wasser eine ziemliche Dauerhaftigkeit, nicht so dagegen bei abwechselnder Nässe und Trockenheit. Als Schiffbauholz und beim Landbau, ferner bei Tischlern, zu Böttcherarbeiten, Schnitzwaren, gedrechselten Waaren, Schachteln, Siebrändern etc. findet es sehr häufig Anwendung.

2) **Fichtenholz,** Rothtannen (sapin, sapin rouge, pin, *red deal*, *pine*, *pitch-pine*); von der Fichte oder Rothtanne, Pechtanne (Pinus Abies, *Linné*, — Pinus picea, *Duroi*, — Abies excelsa, *Décandolle*), deren Stämme ebenso hoch und dick werden wie jene der Tanne. Leicht röthlichgelb, auf dem Längenschnitte in Folge der Jahrringe dunkler röthlich gestreift; sehr leicht spaltbar, unter der Art leicht splitternd; durch seinen größeren Harzgehalt im Witterungswechsel etwas dauerhafter als Tannenholz. Trefflich als Bauholz und als Arbeitsholz für Tischler, Instrumentenmacher u. s. w. Am dauerhaftesten im Trocknen und unter dem Boden. Oft ist es jedoch mit Aesten durchwachsen, welche sich beim Trocknen des in Breter geschnittenen Holzes ablösen und herausfallen.

3) **Föhrenholz,** Kiefernholz (pin, *fir*); von der gemeinen Kiefer, Föhre, Kienföhre (Pinus sylvestris) und ein Paar Spielarten (Rothföhre, Pinus rubra; Schwarzföhre, Pinus nigricans, Pinus austriaca). Stämme bis 36 m hoch und 600 bis 900 mm dick von nicht so regelmäßigem Wuchse als Tannen und Fichten. Gelbröthlich, an den Rändern der Jahrringe rothbraun, im Splinte weiß. Schwerer, härter und harzreicher als die beiden vorigen, daher auch in der Nässe und im Witterungswechsel dauerhafter, von ziemlich starkem Terpentingeruch. Vorzüglich brauchbar als Bauholz (wird aber, wenn es trocken steht, leicht durch Insekten angegangen), ferner zu Brunnenröhren etc.; minder als Tischlerholz, wegen des Geruches und weil es unter dem Hobel leicht einreißt, daher keine große Glätte annimmt. Das Kienholz besteht aus den besonders harzreichen, krummfaserigen, zähen, stark röthlichgefärbten Wurzelstöcken der Kiefer. — Die Weymouthskiefer (Pinus Strobus) ist eine aus Nordamerika nach Europa verpflanzte Art, deren Holz sich glätter bearbeiten läßt, aber sehr brüchig ist, sodaß es höchstens zu leichter Böttcherarbeit und anderen geringen Gegenständen angewendet werden kann.

4) **Lärchenholz,** Lärchentannen (mélèze, *larch*); von der Lärche (Pinus Larix, Larix europaea). Stämme bis 30 m hoch und 1,2 m dick. Röthlich, mit dunkeln Jahrrings-Rändern; im Splinte weiß. Harzreich, wenig dem Werfen und nicht dem Wurmfraße unterliegend. An Dauerhaftigkeit unter allen Umständen vorzüglicher als die drei vorhergehenden, und in jeder Beziehung zu den trefflichsten Bauhölzern (auch für grobe Maschinentheile) gehörig.

5) **Eichenholz,** (chêne, *oak*) in unseren Gegenden von zwei Arten der Eiche, nämlich der Winter-, Stein-, Trauben- oder Klebeiche (Quercus Robur, Q. sessiliflora, franz. rouvre, robre) und der Sommer- oder Stieleiche (Q. pedunculata, Q. foemina). Die Stämme alter Eichen sind öfters 30 bis 40 m und zuweilen darüber hoch, unten bis 2 und selbst 2,4 m dick. Das Eichenholz ist bräunlich, bei jungen Stämmen und im Splinte der alten fast weiß (das Sommereichen-Holz heller als jenes der Steineiche). Karakteristisch sind darin die groben Poren an den inneren Rändern der Jahrringe und die großen, gelbbraunen Spiegel. Härte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit sind sehr groß und machen das Eichenholz zu dem schätzbarsten Bauholze, welches den Wechsel von Nässe und Trockenheit gut erträgt. Als Tischlerholz taugt es (ohne Furnirung) nicht zu feinen Arbeiten, da es wegen seiner Porosität keine schöne Politur annimmt und überhaupt nicht schön ist. Auch trocknet es langsam und zeigt daher, wenn es nicht durch sehr langes Liegen genügend ausgetrocknet ist, viel Neigung sich zu werfen. Das Sommereichenholz ist nicht ganz so hart, aber fester, zäher, elastischer und besser spaltbar als das Steineichenholz. Eichenstämme von mittlerer Größe (0,6 bis 1,2 m Dicke) enthalten gewöhnlich das gesündeste und beste Holz. Man gebraucht das Eichenholz zu allen Zwecken mit Vortheil, wo Härte, Festigkeit und große Dauer in besonderem Grade verlangt werden; daher zum Häuser- und Maschinenbau, zu Mobilien aller Art (mit und ohne Furnirung). Es liefert die besten Fässer und wird auch zu anderen Böttcherarbeiten (Bottichen u. dgl.) allgemein angewendet. Lange Jahre in Wasser (besonders in Moorgrund) verweilend, wird es durch und durch schwarz. Eichenmaser, der zuweilen vorkommt, dient den Tischlern und Drechslern.

6) **Ulmenholz,** Rüsternholz (orme, *elm*): gewöhnlich von der Feld-Ulme (Ulmus campestris), deren Stämme 20 bis 30 m hoch und dann wohl 600 bis 900 mm dick werden. Junges Holz und der Splint ist gelblichweiß, altes Holz röthlichbraun, gefleckt, flammig, geadert (man unterscheidet der Farbe nach öfters Weißrüstern- und Rothrüsternholz); mit schmalen Jahrringen, deren innerer Rand etwas heller und lockerer, doch ohne grobe Poren ist; die Spiegel äußerst klein und zahlreich, sodaß die Schnittfläche braunpunktirt oder gestrichelt erscheint. Dicht, hart, sehr zäh; wegen des langsam vor sich gehenden Austrocknens ziemlich dem Werfen und Aufreißen unterliegend: sehr schwer und nicht sehr glatt zu spalten, sehr dauerhaft, besonders im Trocknen und in der Erde, wird fast gar nicht vom Wurme angegriffen. Ist trefflich als Bauholz (zu manchen Zwecken noch besser als Eichenholz), zu Maschinentheilen und als Werkholz. An den Ulmen finden sich oft Knorren (Auswüchse), deren Holz einen schönen Maser darbietet und zu feinen Arbeiten als Furnirholz gesucht ist. — Die Traubenrüster (Ulmus effusa) wird so hoch und dick wie die Feldrüster; ihr Holz ist weicher, mehr feinfaserig, minder dauerhaft, häufiger gemasert, als das Feldrüsternholz, wenig geschätzt.

7) **Buchenholz,** Rothbuchen (hêtre, *beech*); von der gemeinen Buche, Mastbuche (Fagus sylvatica), welche eine Höhe bis gegen 40 m und eine Dicke bis zu 1,5 m erreicht. Braunröthlich, von alten Stämmen ziemlich dunkel; sehr bezeichnende große, glänzende, dunkler braun gefärbte Spiegel, in der übrigen Masse gleichmäßig gefärbt (ohne Streifen u. dgl.), indem die Jahrringe zwar deutlich sichtbar, aber nicht sehr auffallend sind. Ziemlich hart, dicht und schwer, gut spaltbar aber wenig elastisch; stark dem Werfen unterliegend (mehr als Eichenholz); sehr dem Verstocken im Wechsel von Nässe und Trockenheit, auch dem Wurmfraße ausgesetzt, dagegen stets im Wasser oder stets im Trocknen von ziemlicher Dauerhaftigkeit. Als Bauholz hat es aus diesen Gründen einen beschränkten Werth; zu Tischlerarbeiten ꝛc. von gröberer Art, bei welchen große Zähigkeit kein Haupterforderniß ist, wird es der Wohlfeilheit und Härte wegen viel gebraucht; feine Arbeiten liefert es nicht, weil es kein schönes Ansehen hat und sich der Spiegel wegen nicht fein poliren läßt.

8) **Hainbuchenholz,** Weißbuchen (charme, *horn-beam*), von der Hainbuche, Hagbuche, dem Hornbaume (Carpinus Betulus), einer mit der Buche (Nr. 7) nicht verwandten Baumart, deren Stämme selten über 12, zuweilen aber doch bis 24 m Höhe erreichen. Weiß, sehr dicht, hart und schwer, dabei viel zäher und elastischer als das

vorige. Die Spiegel sind groß, von wenig dunklerer Farbe als die übrige Holzmasse, verhältnißmäßig dick und nicht gerade, sondern wellenartig gekrümmt, sodaß sie auf einem nach den Jahrringen geführten Schnitte als schmale, nicht sehr auffallend sichtbare Flammen erscheinen. Die Jahrringe unterscheiden sich wenig, sodaß in der Dichtigkeit keine bemerklichen Ungleichheiten sich zeigen. Die Weißbuche ist als Werkholz und zu Maschinentheilen eine der schätzbarsten Holzarten, trocknet indeß schwer aus und zeigt daher oft große Neigung, sich zu ziehen. Als Bauholz dauert es in beständiger Trockenheit ziemlich gut, dagegen nicht im Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, also z. B. in der Witterung.

9) **Ahornholz** (érable, *maple*), von mehreren Arten des Ahorns (Acer), insbesondere vom gemeinen oder weißen Ahorn, Bergahorn, Waldahorn (Acer Pseudoplatanus, französ. sycomore, engl. *sycamore*), dessen Stamm unter günstigen Verhältnissen wohl bis zu 30 m Höhe und 1,5 m Dicke erlangt. Weiß mit sehr feinen und zahlreichen schwach bräunlich gefärbten Spiegeln, welche dem Holze ein zart gewässertes, gleichsam flimmerndes Ansehen geben; von feinem, gleichförmig dichtem Gefüge und nicht sehr auffallenden Jahrringen, schwer aber schön spaltbar, hart, fest und zähe, unter dem Hobel spiegelglatt zu bearbeiten, und eine vortreffliche Politur annehmend; dem Werfen und Reißen in geringem Grade unterliegend, im Trockenen von ziemlicher Dauer, dagegen im Wechsel der Feuchtigkeit und Trockenheit viel vergänglicher, auch dem Wurmfraße ausgesetzt. Es ist ein äußerst schätzbares und gesuchtes Holz sowohl zu Maschinentheilen als zu feiner Tischlerarbeit, Drechslerarbeit, überhaupt als Werkholz. Manche Ahornbäume liefern einen sehr schönen Maser, der mit Knoten und Augen wie besäet erscheint (Ahornmaser, gekräuseltes Ahornholz, *curled maple*, *bird's-eye maple*). — Das Holz des Spitzahorns oder der Lenne, des Leinbaumes (Acer platanoides) ist mehr gelblich, weniger fein, und daher von Tischlern minder geschätzt; aber dichter, zäher und etwas härter, daher zu Wagenarbeiten, Axt-, Beil- und Hammerstielen vortrefflich. Der Baum wird nicht so hoch und dick als der vorige. — Zu den gewöhnlich vorkommenden Ahornarten gehört auch der Feldahorn oder Masholder (Acer campestre), welcher das Wasseralmenholz, Weißlöbernholz, Epelernholz liefert. Dieser Baum wird höchstens bis 12 m hoch und 300 mm dick, erscheint sehr oft nur strauchartig; sein Holz ist gelblichweiß, im Kerne dunkler, im Wurzelstocke braun geflammt, von Tischlern und Drechslern ꝛc. viel verarbeitet. Es kommt auch gemasert vor.

10) **Eschenholz**, (frêne, *ash*), von der gemeinen Esche (Fraxinus excelsior). Das Holz ist von jungen Bäumen weiß, von älteren Stämmen (die geradschäftig bis zu 30 oder 35 m Höhe heranwachsen) bräunlichgelb und im Kerne fast braun, hat feine, wenig sichtbare Spiegel und breite Jahrringe, die sich ähnlich wie beim Eichenholz dadurch stark auszeichnen, daß ihre inneren Ränder grobe, lange Poren zeigen. Es ist übrigens dicht und hart, sehr zäh und elastisch, spaltet schwer aber gut, reißt nicht leicht. Im Trocknen dauert es lange, viel weniger im Witterungswechsel und beständig unter Wasser; in der Erde ist seine Dauerhaftigkeit gering. Das schöne und dichte Eschenholz, besonders das Kernholz von starken Stämmen, nimmt einen Platz unter den feinen Tischlerhölzern ein; zu andern Zwecken ist das Eschenholz wegen seiner Zähigkeit und Festigkeit sehr geschätzt, so zum Maschinenbau, zu Wagnerarbeit, Axt- und Hammerstielen ꝛc. Junges Holz wird zu Faßreifen gespalten. Eschen-Maser kommt oft in sehr großen und sehr schön gezeichneten Stücken vor.

11) **Pappelholz** (peuplier, *poplar*). Das Holz der Pappelarten ist überhaupt weich, porös, von geringer Festigkeit und nicht bedeutender Dauerhaftigkeit, daher verhältnißmäßig wenig gesucht und gebraucht, zumal es auch nicht durch Schönheit zu feinen Arbeiten sich eignet. Die Jahrringe fallen wenig auf, die Spiegel sind kaum sichtbar. Folgende Arten sind im Besondern zu unterscheiden:

a) Schwarzpappelholz (peuplier noir), von der gemeinen oder Schwarz-Pappel (Populus nigra), die an 20 m hoch wächst. Weiß und grobjährig, sehr weich und fast schwammig, läßt sich nicht sehr glatt bearbeiten, da es leicht fasert, unterliegt aber wenig dem Werfen und Reißen.

b) Weißpappelholz (peuplier blanc, *able*), von der Weiß-Pappel oder Silber-Pappel (Populus alba), welche gegen 24 m hoch und 900 mm dick wird. Weiß, oft gelblich geflammt oder geadert, zäh und gut zu spalten, brauchbarer als das vorige, namentlich für Tischler, Drechsler und zu geschnitzten Waren, dem Werfen und Reißen nicht sehr unterliegend. Die Wurzel liefert einen schönen Maser.

c) **Espenholz**, Aspenholz (tremble, *asp*), von der Zitter-Pappel oder Espe (Populus tremula), die 18 bis 24ᵐ Höhe und 900ᵐᵐ Dicke erlangt. Weiß, nicht selten ins Bräunliche spielend, mit groben Jahrringen, dicht von Gefüge, oft mit Adern und Flammen, zäh, ziemlich fest, gut spaltbar, härter als Lindenholz, glatt zu bearbeiten, wirft sich wenig. Es ist das beste unter den Hölzern der Pappelarten und taugt zu mancherlei Tischler-, Drechsler-, Schnitzarbeiten ꝛc., im Trocknen auch als Bauholz.

d) Italienische Pappel, Pyramiden-Pappel (Populus dilatata, pyramidalis oder Pop. italica) wächst an 30ᵐ hoch und bis gegen 1,2ᵐ dick, und liefert ein ebenfalls zu leichten, im Trocknen stehenden Arbeiten anwendbares Holz, welches wenig schwindet, aber fast schwammig weich ist.

e) Kanadische Pappel (Populus monilifera), erreicht die Höhe und Dicke der vorhergehenden Art; das Holz ist weiß, im Alter nach dem Kerne hin bräunlich, dient zu Trögen, Mulden, Kutschenkästen ꝛc.

12) **Erlenholz**, Ellernholz (aune, aulne, *alder*), von der gemeinen Erle oder Schwarzerle, Rotherle (aune commun, Alnus glutinosa), welche bis zu 24ᵐ Höhe wächst. Weißgelb oder gelbröthlich, manchmal ins Braune fallend (frisch gefällt orangeroth), mit wenig hervortretenden Jahrringen und braunen großen Spiegeln, von gleichförmig dichtem Gewebe, mittelmäßiger Härte, geringer Zähigkeit und Elastizität; gut spaltbar, in stets feuchter Erde sowie im Wasser höchst dauerhaft, dagegen im Trocknen von geringerer Dauer und im Witterungswechsel sehr vergänglich. Ein äußerst schätzbares Holz zum Bau unter Wasser, öfters auch zu Tischlerarbeiten, Backtrögen, Mulden, Holzschuhen u. dgl. angewendet. Da es leicht und glatt zu bearbeiten ist, auch dem Werfen nicht bedeutend unterliegt, so wählt man es gern zur Anfertigung der Modelle für Gießerei. Der Erlenmaser, welchen die Wurzel und die Knorren der Stämme liefern, wird in der Kunsttischlerei geschätzt. — Die Weißerle, Grauerle (aune blanc, Alnus incana), welche hauptsächlich in den nördlichen Gegenden von Europa wächst und ein Baum von geringerer Höhe ist, liefert ein weißeres, feineres und dichteres, aber unter Wasser weniger dauerhaftes Holz, als das vorige.

13) **Birkenholz** (bouleau, *birch*), von der gemeinen Birke oder Weißbirke (Betula alba), die in günstigem Boden und Klima wohl 18ᵐ hoch und gegen 600ᵐᵐ dick wird. — Junges Holz ist weiß, älteres röthlich, die Spiegel sehr fein, kaum zu sehen; gering von Härte, sehr zäh, schwerspaltig; trocknet schwer und quillt leicht, dauert im Trocknen ziemlich, fault aber bald im Freien, unterliegt sehr dem Wurmfraße Es dient selten zu Tischlerarbeiten, sondern vorzüglich als Wagnerholz; zu manchen Gegenständen wird es dadurch sehr tauglich, daß man es leicht in krummgewachsenen Stücken haben kann. Birkenmaser findet zu feinen furnirten Arbeiten Anwendung.

14) **Lindenholz** (tilleul, *lime*, *linden*), von der europäischen Linde (Tilia europaea), die in zwei Arten unterschieden wird: großblättrige Linde, Sommerlinde (Tilia grandifolia) und kleinblättrige Linde, Steinlinde, Winterlinde (Tilia parvifolia). Das Lindenholz im Allgemeinen ist weiß (das der Winterlinde etwas mehr röthlich) und von feiner gleichmäßig dichter Textur, wenig zu unterscheidenden Jahrringen und äußerst feinen Spiegeln, leichtspaltend, ziemlich weich (das der Sommerlinde weicher als jenes von der Steinlinde), glatt zu bearbeiten, wenig dem Werfen, dagegen leicht dem Wurmfraße ausgesetzt, und im Freien nicht dauerhaft. Es wird zu Bildhauer-Arbeit und zum Modelliren sehr geschätzt, da es sich leicht und schön schneiden läßt, ohne (wie z. B. das Tannenholz) nach dem Laufe der Fasern auszubröckeln; auch zu manchen Tischlerarbeiten (vorzüglich als Blindholz für furnirte Gegenstände) und von Drechslern wird es gebraucht.

15) **Nußbaumholz**, Nußholz (noyer, *nut-wood*), vom Wallnußbaum (Juglans regia). Von jungen Bäumen weiß und weich, von älteren hart, bräunlichgrau bis dunkelbraun, häufig schön geflammt und maserig; im Gefüge überhaupt dicht, dabei aber auch sehr bezeichnende lange Poren (ähnlich wie bei Eichenholz, doch viel feiner) darbietend; die Spiegel fein und zahlreich; einer schönen Politur fähig. Eins der schönsten europäischen Hölzer, welches in Süddeutschland (wo der Baum gut fortkommt) allgemein zum Furniren feiner Möbel gebraucht wird. Sonst wird das Nußholz auch noch mannigfaltig von Tischlern und Drechslern, sowie fast ausschließlich zu den Schäften der Jagd- und Scheibengewehre verarbeitet. Es ist im Trocknen sehr dauerhaft.

16) **Roßkastanienholz** (marronier d'Inde, *horse-chesnut wood*, *horse-chestnut)*, von der Roßkastanie oder sogenannten wilden Kastanie (Aesculus Hippocastanum). Weiß, gelblichweiß oder röthlich, weich und schwammig, etwas grobfaserig, aber mit sehr

feinen Spiegeln; leicht faulend, wenig geschätzt und daher selten (zu geringen Tischler- und Bildhauerarbeiten, auch von Stellmachern) angewendet.

17) **Akazienholz** (acacia, faux acacia, *acacia*, *locust-tree*), von der unechten Akazie (Robinia Pseudo-acacia). Gelblich oder grünlichgelb, öfters grünlichbraun oder röthlich geadert; fein, ziemlich hart, biegsam und zäh; fault nicht leicht weder im Freien noch im Wasser, wird nicht vom Wurm angegriffen. Dient zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten, aber auch für Wagner und zu Grundschwellen beim Baue; beim Schiffbau zur Anfertigung der Bolzen, womit die Planken auf dem Gerippe befestigt werden. Das amerikanische *(west indian locust-tree)* ist für diesen letzteren Zweck viel mehr geschätzt als das europäische, gehört aber einer verschiedenen Baumart (Hymenaea Courbaril) an.

18) **Weidenholz** (saule, *willow*). Alle Arten der Weide (Salix) haben weißes, sehr weiches, wenig dauerhaftes Holz, welches selten zur Verarbeitung in den Werkstätten kommt. Sehr wichtig dagegen und allgemein ist die Anwendung der Weidenzweige (Weidenruthen, verges d'osier, *osier twigs*, *willow twigs*, *wickers*) zu Flechtarbeit, namentlich Korbmacherwaren. Hierzu taugen weniger die Zweige der baumartigen als jene der strauchartigen Weiden. Die besten Ruthen liefert die Korbweide oder Bandweide (Salix viminalis, frz. osier, engl. *osier*, *ozier*) und die purpurblüthige Weide (Salix purpurea).

19) **Birnbaumholz** (poirier, *pear wood*) von den verschiedenen Abarten des Birnbaumes. Von jungen Bäumen fast ganz weiß, von älteren röthlichbraun, öfters geflammt; fein, dicht und mäßig hart, mit kleinen, nicht auffallenden Spiegeln und wenig hervortretenden Jahrringen; wegen seiner gleichförmigen Textur in allen Richtungen leicht und ohne Ausbröckeln zu schneiden, daher zu Holzschnitten, Druckformen und Bildhauerarbeiten sehr brauchbar, oft auch von Tischlern und Drechslern zu kleinen Gegenständen verarbeitet. Am meisten geschätzt wird das Holz der wildwachsenden Birnbäume, nämlich des Holzbirnbaumes (Pyrus communis, frz. poirier sauvage) und des Schneebirnbaumes (Pyrus nivalis), aus welchen beiden die Gartenbirnbäume durch Kultur entstanden sind; doch ist das Holz des Schneebirnbaumes nicht so schön geflammt wie jenes des Holzbirnbaumes. Das wilde Birnholz hat den Vorzug, daß es fester und dauerhafter ist, als das Holz der Gartenbirnbäume, auch meist größere und geradere Stämme bildet. Das Birnbaumholz wird vom Wurm gesucht. Die Wurzel liefert Maserholz.

20) **Apfelbaumholz** (pommier, *apple wood*), von dem gemeinen Apfelbaume (Pyrus malus). Ebenso fein und dicht, aber härter und mehr röthlich, als das Birnbaumholz, nicht selten geflammt. Wird von Tischlern und Drechslern verarbeitet, welche das Holz des wilden Apfelbaumes oder Holzapfelbaumes (P. Malus sylvestris, frz. pommier sauvage) vorziehen.

21) **Zwetschenbaumholz**, Pflaumbaumholz (prunier, *plumtree*), von den verschiedenen Abänderungen des Pflaumbaumes (Prunus domestica). Stimmt in den Haupteigenschaften mit dem Apfelbaumholz überein, ist aber gewöhnlich dunkler röthlichbraun von Farbe, und gegen den Kern zu mehr oder weniger mit braunrothen und violetten Adern und Flammen geziert. Es dient den Tischlern, noch mehr den Drechslern, zu feinen Gegenständen.

22) **Kirschbaumholz** (cerisier, *cherry-tree*), von den verschiedenen Arten des Kirschbaumes, namentlich a) dem Sauerkirschbaum oder Weichselbaum (Prunus Cerasus, Cerasus vulgaris, frz. cerisier, engl. *common cherry-tree*), welcher sowohl wild (bis 9 m hoch und 300 mm dick, häufig in Strauchgestalt) als in mehreren Spielarten in Gärten vorkommt; b) dem Süßkirschenbaum oder Vogelkirschbaum (Prunus avium, Cerasus avium, Cerasus sylvestris), der ebenfalls in Wäldern (Waldkirschbaum, Holzkirschbaum, frz. merisier, engl. *wild cherry-tree*, bis 18 m hoch und 450 mm dick) und in mancherlei Abarten als Gartenbaum (fr. guignier) wächst; c) dem Mahalebkirschbaum (Prunus Mahaleb, Cerasus Mahaleb, frz. cerisier mahaleb, engl. *mahaleb*, *rock-cherry tree)*, welcher kultivirt bis 12 m hoch werden kann; und d) dem Traubenkirschbaume oder Elexenbaume (Prunus Padus, Cerasus Padus, frz. cerisier à grappes, putier). Das Holz aller dieser Bäume stimmt im Ansehen ziemlich überein, ist gelblich bis ins Bräunliche und Röthliche, öfters dunkler gestreift und geflammt, von mittelmäßiger Härte, fein und dicht gewebt (die Jahrringe zeigen sich als sichtbare schmale Streifen, die zahlreichen Spiegel als nicht ganz kleine, glänzende Flecken); zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten sehr geeignet; nur im Trocknen

dauerhaft. Das Holz der Traubenkirsche ist schön geadert; jenes der Mahalebkirsche (unter dem Namen Luzienholz, bois de Sainte-Lucie, vorkommend) besitzt frisch einen unangenehmen Geruch, welcher mit der Zeit schwächer und angenehm wird. Die dünnen, geraden Schößlinge der Mahalebkirsche (auch der wildwachsenden Sauerkirsche) werden unter dem Namen Weichselrohr sehr häufig zu Tabakpfeifenröhren angewendet.

23) **Eibenbaumholz,** Rotheiben, Taxholz (if, *yew*), vom Eibenbaume (Taxus baccata). Bräunlichroth, mit fast unbemerkbaren Spiegeln und schönen feinen dunkelbraunrothen Streifen in Folge der sehr schmalen Jahrringe; sehr dicht und hart; ziemlich häufig mit Aesten durchsetzt; wird im südlichen Deutschland u. s. w. zu Faßhähnen, zu kleinen Drechslerwaren, zum Fassen der Bleistifte, seltener zu kleinen Tischlerarbeiten gebraucht. Rotheiben-Maser dient als Furnürholz. Der Splint ist weiß. Die Stämme werden öfters 500 bis 700 mm dick, aber nicht hoch, und sind von unregelmäßigem Wuchse.

24) **Buchsbaumholz,** Buchsholz (buis, *boxwood*), von dem hochstämmigen Buchsbaum (Buxus sempervirens arborescens), der im südlichen Europa in ziemlich dicken Stämmen vorkommt. Es ist gewöhnlich blaßgelb, oft aber auch ziemlich hochgelb, sehr fein, dicht und hart; wenig hervortretende und sehr schmale Jahrringe; außerordentlich feine Spiegel. Unter den europäischen Holzarten ist es die schwerste. Man gebraucht es vorzüglich zu Drechslerarbeiten, Weberschützen und zu Blasinstrumenten (Flöten, Klarinetten). Dicht über dem Boden haben die Buchsbaumstämme oft Auswüchse, welche einen schönen und geschätzten Maser geben.

25) **Olivenbaumholz** (olivier, *olive-tree*), vom Oliven- oder Oelbaum (Olea europaea) im südlichen Europa; gelbbräunlich, oft mit dunklen Adern und Flammen, hart und dicht, nimmt eine schöne Politur an; sehr geeignet zu schönen Drechsler- und kleinen Tischlerarbeiten, könnte das Buchsbaumholz ersetzen, welches neuerlich seltener wird. Die Wurzel ist besonders schön gezeichnet.

26) **Hollunderholz,** Fliederholz (sureau, *elder*) von dem schwarzen Hollunder oder Flieder (Sambucus nigra), dessen Stamm zuweilen gegen 300 mm und selbst etwas darüber dick wird. Gelblich, dicht, ziemlich hart und zäh. Wird von Drechslern zu kleinen Gegenständen verarbeitet. Die Wurzel liefert einen brauchbaren Maser, woraus Tabakpfeifenköpfe geschnitten werden. Das Holz einer andern Art: des Traubenflieders (Sambucus racemosa) ist von der gleichen Beschaffenheit und Brauchbarkeit.

27) **Vogelbeerholz,** Ebereschenholz, Eibischholz, Maasbeerholz (sorbier sauvage, cormier sauvage, *quickbeam*, *quicktree*, *mountain ash*, *rowan tree*, *rodden tree*), von dem Vogelbeerbaume, der Eberesche (Sorbus aucuparia, Pyrus aucuparia), bis gegen 600 mm dick und 9 m hoch. Weißlich, auch bräunlich und gegen die Mitte des Stammes oft dunkler geflammt, fein von Gefüge, ziemlich hart, schwer und zäh, nimmt gut die Politur an; gut für Tischler, Büchsenschäfter, Wagner, auch als Reifholz für Böttcher.

28) **Spierlingsholz** (sorbier, cormier, *sorb*), von dem Spierlingsbaume, Sperberbaum, Eierschitzenbaum (Sorbus domestica, Pyrus domestica), der die Größe und Stärke des Vogelbeerbaums erreicht. Das Holz ist braun, hart, sehr zäh und fest, übertrifft hierin das Vogelbeerholz, und taugt vortrefflich zu Werkzeugen und kleinen Maschinenbestandtheilen. In Frankreich werden daraus Hobel und andere Instrumente für Tischler 2c. verfertigt.

29) **Atlasbeerholz,** Arlesbeerholz, Elsebeerholz (alizier, alisier torminal, alouchier, *service-tree*), von dem Elsbeerbaume (Crataegus torminalis, Pyrus torminalis, Sorbus torminalis), welcher bis gegen 18 m hoch und 450 mm dick wächst. Von jungen Bäumen gelblich, von älteren röthlich bis rothbraun, öfters flammig und geadert; von feinem, gleichförmigem Gefüge, ziemlich hart und fest, sehr politurfähig, wirft sich wenig. Geschätztes Holz für Drechsler, Tischler, Formschneider und zu Maschinenbestandtheilen.

30) **Mehlbeerbaumholz** (alizier, alizier blanc, *white hawthorn*) von dem Mehlbeerbaume oder weißen Elsbeerbaume (Crataegus Aria, Pyrus Aria, Sorbus Aria), der bis 15 m hoch wird. Gelblichweiß oder röthlich, nach dem Kerne zu ins Braune übergehend und flammig, von feinem, langfaserigem Gefüge, sehr fest, zäher als das vorige, dem es an Brauchbarkeit zu den angegebenen Zwecken wenigstens gleichsteht.

31) **Weißdornholz** (aubépine, épine-blanche, *hawthorn*) von dem Weiß- oder Hagedorn (Crataegus oxyacantha), einem Strauche, dessen Stamm zuweilen 150 bis 200 mm dick, 5 bis 6 m hoch wird, und ein sehr hartes, zähes, bräunlichweißes oder

fleischrothes, im Kerne braun geadertes Holz enthält, dessen Jahrringe und Spiegel wenig bemerkbar sind. Dasselbe dient sehr gut zu kleinen Drechslerarbeiten, Maschinentheilen und zu Hammerstielen.

32) **Kornelkirschenholz**, gelbes Hartriegelholz (cornouiller. *cornel-wood*) von dem Kornelkirschen- oder Dörnleinstrauch (Cornus mascula), der gegen 6 m hoch werden kann, bei einer Dicke von 200 mm. Weiß, gelblich oder röthlich, im Kerne dunkelrothbraun; sehr dicht, fest und hart; gesucht zu kleinen Drechslerwaren, Radzähnen und andern Maschinenbestandtheilen von geringem Umfange, hölzernen Hämmern rc.

33) **Hartriegelholz** (sanguin, cornouiller sanguin, *dogwood*), von dem Hartriegel (Cornus sanguinea). Weiß, grünlichweiß oder grünlichgelb, im Kerne fleischroth; sehr hart, fest und zäh; feinfaserig und dicht. Liefert gute Radzähne und andere kleine Bestandtheile beim Mühlenbau. Von dünnen geraden Schößlingen macht man Tabakpfeifenrohre.

34) **Wachholderholz** (genévrier, *juniper wood*), vom gemeinen Wachholder (Juniperus communis). Von jungen Sträuchern weiß, von älteren gelbröthlich bis braun, oft braun geadert; nicht hart, aber dicht, fest und zäh; von bekanntem, eigenthümlichem Geruche; nicht faulend und nicht dem Wurmfraße unterworfen. Dient zu kleinen Drechslerarbeiten u. dgl.

35) **Kreuzdornholz**, Wegdornholz (bourg-épine, nerprun, noirprun, *buckthorn*), vom gemeinen Kreuz- oder Wegdorn (Rhamnus cathartica). Junges Holz ist weiß, älteres gelblich, im Kerne röthlich; hart, dicht, mit feinen Jahrringen; fest und zäh; sehr glatt zu bearbeiten. Die Wurzel schön gemasert. Drechsler, und zuweilen Tischler, verarbeiten es zu kleinen Gegenständen.

36) **Spindelbaumholz**, Pfaffenkäppchenholz (fusain, *spindle-tree*, *prickle-wood*), von drei verschiedenen Arten des Spindelbaumes (Evonymus europaeus, E. verrucosus, E. latifolius). Gelb, fein und dicht, dem Buchsbaumholze ähnlich; Kern braun; von ziemlich bedeutender Härte und Zähigkeit. Zu kleinen Drechslerarbeiten.

37) **Berberizenholz**, Sauerdornholz (vinetier, épine-vinette, *barberry-wood*), von dem Sauerdorn oder Berberizenstrauch (Berberis vulgaris). Schön gelb und im Kern bläulichroth von Farbe, fein, hart und fest: schwerspaltig. Die Drechsler verarbeiten es; auch Tischler bedienen sich dessen manchmal zu kleinen Gegenständen als Furnürholz und zum Einlegen.

38) **Fliederholz**, Spanisch-Hollunder-Holz, Syringenholz (lilas, *lilac*), von dem Lilak oder spanischen Flieder oder sp. Hollunder (Syringa vulgaris). Gelblichweiß oder grauweiß, von alten Stämmen violettbraun oder bläulichroth geflammt; sehr hart, dicht und fein. Die Drechsler machen daraus kleine Arbeiten, die Tischler gebrauchen es öfters zum Einlegen.

39) Holz der wilden Rose (Rosa canina), fein, dicht und zäh, gelblich von Farbe. Die Stämmchen eignen sich ausgezeichnet zu Gewehr-Ladestöcken, wozu sie mit der Säge durch zwei Kreuzschnitte in vier Theile zerlegt, in Wasser ausgekocht und dann recht sorgfältig getrocknet werden.

40) Holz der Heckenkirsche (Lonicera Xylosteum), Beinholz, wird oft ebenfalls zu Ladestöcken gebraucht, ist zwar sehr hart, aber nicht so zäh und biegsam wie das vorstehende und hat häufig Aststellen, an welchen es leicht abbricht.

41) Holz der baumartigen Haide (Erica arborea), welche im südlichen Frankreich häufig ist, kommt unter dem Namen bruyère, bois de bruyère als geschätztes Drechslerholz vor; besonders macht man aus den gemaserten Wurzelstöcken schöne Tabakpfeifenköpfe. Hell bräunlichroth, dicht, hart und schwer.

42) Holz der Stechpalme oder Hülsen (Ilex aquifolium) franz. houx, engl. *holly*; weiß, dicht, hart und schwer, sehr politurfähig, zu eingelegter und anderer feiner Tischlerarbeit geschätzt. In unsern Gegenden ist die Stechpalme gewöhnlich ein Strauch, im südlichen Europa wächst sie als Baum bis zu 10 m Höhe und 400 mm Dicke.

B. Außereuropäische Holzarten.

43) **Cedernholz** (cèdre, genévrier de Virginie, *cedar wood*). Was unter diesem Namen gewöhnlich vorkommt, ist das Holz des — in Nordamerika einheimischen, zu einem Baume von 6 bis 12 m Höhe heranwachsenden — virginischen Wachholders (Juniperus virginiana), welches eine hell röthlichbraune Farbe, feine aber sehr

sichtbare Jahrringe, kleine glänzende Spiegel und einen schwachen angenehmen Geruch hat. Es ist sehr weich und leicht, sehr spaltbar, dem Wurmfraße nicht unterworfen. Zu Tischlerarbeiten wird es wenig, dagegen sehr allgemein zur Fassung der Bleistifte verwendet (daher: Bleistiftholz). — Das Holz der eigentlichen Zeder (Pinus Cedrus oder Cedrus libani) gelangt nach Deutschland wohl selten oder gar nicht; ebenso wenig wie andere als Zedernholz benannte Arten (von Cedrela odorata in Westindien und Cedrela australis in Neusüdwales).

44) **Türkisches Haselnußholz** (noisetier turc), von dem byzantinischen oder türkischen Haselnußbaume (Corylus colurna), der in Ungarn, dem südöstlichen Europa, der Levante wächst und 12 m Höhe erreicht. Es ist röthlich von Farbe, nicht sehr fest und leicht zu bearbeiten. Man macht davon an einigen Orten Lineale und ähnliche kleine Geräthschaften, selten Arbeiten von größerem Umfange.

45) **Zitronenholz** (bois de citron, bois jaune, bois rose des Antilles, bois chandelle, *Jamaica rose-wood*) ist nicht das Holz des Zitronenbaumes, sondern kommt aus Amerika (von Amyris balsamifera und Erithalis fruticosa auf den Antillen), und hat den Namen nur von seiner zitronengelben Farbe und von dem schwachen zitronenartigen Geruche, welchen es bei der Bearbeitung entwickelt. Es ist fein, dicht und schwer, nimmt eine schöne Politur an, und wird deshalb zu schönen Tischlerarbeiten gebraucht.

46) **Pockholz**, Franzosenholz, Guajakholz, oft mit dem lateinischen Namen, Lignum sanctum genannt (gaïac, *pock-wood, lignum vitae*), von dem Guajakbaume (Guajacum officinale), dessen Heimat das mittlere Amerika ist. Das Holz hat eine grünlichbraune oder schwarzbraune Farbe mit gelblichen und schwarzen Längenstreifen, und weißgelben Splint. Es ist sehr schwer, mit Harz durchdrungen, äußerst dicht und von großer, fast metallartiger Härte, daher schwierig zu bearbeiten; oft krummfaserig; nicht spaltbar, bemerkbar spröde. Seine Härte und Dauerhaftigkeit macht es sehr geeignet und schätzbar zu vielen Gegenständen, welche einer großen Abnutzung ausgesetzt sind, z. B. Kegelkugeln, Hämmern, Walzen, Rollen &c. Zu Tischlerarbeiten wird es wenig und hauptsächlich dann angewendet, wenn es durch viele gelbe Flammen ein schönes Ansehen hat; auch kleine gedrechselte Arbeiten werden daraus verfertigt.

47) **Mahagoniholz**, Mahoni (acajou, *mahogany*). Eine der allerwichtigsten Holzarten wegen des allgemeinen Gebrauches zu feinen Tischlerarbeiten und zu einer Menge anderer Gegenstände. Der Baum, welcher es liefert, ist der Mahagonibaum (Swietenia Mahagoni), welcher auf den westindischen Inseln und in den benachbarten Gegenden des amerikanischen Festlandes 25 bis 30 m hoch und zu bedeutender Dicke wächst; unzweifelhaft aber wird auch das Holz einiger anderen Baumarten unter dem Namen Mahagoni in den Handel gebracht, daher sich die ungleiche Beschaffenheit der verschiedenen Sorten erklärt. Frisch ist das Holz im Allgemeinen gelbroth, mehr oder weniger ins Braune ziehend (nur das afrikanische dunkel rothbraun); es wird aber mit der Zeit dunkelbraun und endlich fast schwarz. Es hat schmale, nicht auffallende Jahrringe, kleine aber deutlich sichtbare, seidenartig glänzende Spiegel und eine Menge sichtbare Poren (ähnlich denen des Nußbaumholzes, sodaß es fein gestrichelt erscheint. Häufig ist es schön gestreift, geflammt oder mit pyramidenartigen Zeichnungen geziert. Auch geflecktes Mahagoni (acajou moucheté) kommt vor. Das ganz schlichte ist am wenigsten geschätzt. Härte und Schwere, sowie die damit zusammenhängende Dichtigkeit und Feinheit des Gefüges sind ungemein verschieden. Die oberste Stelle nimmt in dieser Beziehung das afrikanische Mahagoni, obwohl es übrigens nicht das schönste ist, ein; es kommt von dem afrikanischen Mahagonibaume (Swietenia senegalensis, Khaya senegalensis). Hierauf folgt das von S. Domingo (vorzüglich schön), dann das aus der Honduras-Bai und zuletzt das von der Insel Kuba. Auch das Jamaika-Mahagoni wird geschätzt. Dagegen giebt es ganz schlechte, nach ihrer gewöhnlichen Benutzung unter dem Namen Zuckerkistenholz (acajou femelle, acajou bâtard, acajou de caisse) bekannte Sorten, welche sehr leicht, weich, grob und porös, daher zu schönen Arbeiten unanwendbar sind; daraus werden auch sehr oft die Zigarrenkisten gemacht. Das Mahagoniholz ist unter allen Umständen sehr dauerhaft, dem Wurmfraße nicht ausgesetzt, schwindet und wirft sich wenig. Mahagoni, welches auf frisch angeschnittenen Stellen ein feuriges Gelbroth zeigt, pflegt späterhin seine Farbe in schönes Kastanienbraun zu verändern, was man am liebsten sieht; ist es frisch von einer stark ins Rothe fallenden Farbe, so wird es in der Folge ganz düster schwarzbraun; zeigt es aber ursprünglich ein blasses Roth, so behält es entweder dieses, oder wird gar noch heller. Die letzterwähnte Sorte ist die

am wenigsten geschätzte. — Das **Madeira-Mahagoni** (Vinhatico) ist eine nur dem Namen nach mit dem eigentlichen Mahagoni verwandte Holzart, welche angeblich von Laurus indica, nach Anderen von Cedrela odorata kommt.

48) **Ebenholz**, schwarzes Ebenholz (ébène, *ebon, ebony*), aus Ostindien und einigen Theilen Afrikas, stammt von drei Bäumen desselben Geschlechtes, der Dattelpflaume (Diospyros Ebenum, D. Ebenaster und D. melanoxylon); zum Theil von der Ebenholz-Maba (Maba Ebenus), einem hohen Baume auf den molukkischen Inseln. Die schönsten Stücke sind kohlschwarz, Anderes ist braunschwarz, und häufig finden sich hellere, ja ganz weiße Streifen und Flammen im Innern, die den Werth des Holzes sehr vermindern, wenn sie auch durch schwarze Beize versteckt werden können. Der Splint ist stets weiß. Die Härte, Dichtigkeit, Feinheit und Schwere des Ebenholzes sind ausgezeichnet groß, bedeutend ist aber auch dessen Sprödigkeit. Die Textur ist so gleichförmig, daß man von Jahrringen und Spiegeln fast nichts bemerkt. Große Gegenstände werden nie aus Ebenholz verfertigt und selten damit furnirt; dagegen ist es sehr geschätzt zu kleinen Tischlerarbeiten und noch mehr zu gedrechselten Sachen.

49) **Grünes Ebenholz**, (bois vert, ébène verte, ébène des Antilles, aspalath, *green ebony*) ist von dem vorigen im Ansehen wie in der Abstammung (von einem in West- und Ostindien wachsenden Baume: Aspalathus (Brya) Ebenus, nach Anderen von einer amerikanischen Art des Trompetenbaumes: Bignonia Ebena) verschieden; olivengrün oder grünlichbraun von Farbe, mit helleren oder dunkleren Längenstreifen, als Folge der ungemein feinen Jahrringe; die Spiegel nicht erkennbar; äußerst dicht und hart, wenigstens ebenso schwer wie das schwarze Ebenholz. Es liefert nur dünne Stämme, wird von Tischlern zum Einlegen 2c., auch von Drechslern gebraucht.

50) **Fernambukholz**, Brasilienholz (brésillet, bois de Brésil, *brasil wood, Pernambucco-wood*), das bekannte südamerikanische und westindische rothe Farbholz, von dem Brasilienholzbaume (Caesalpinia brasiliensis und von anderen Arten derselben Gattung); wird auch von Tischlern zum Furniren feiner Gegenstände, sowie sehr häufig zu Violinbögen angewendet. Es ist hart, nimmt mit der Zeit eine dunklere Farbe an, und läßt sich sehr gut schleifen und schön poliren.

51) **Luftholz**, Violetholz, Purpurholz, Amaranthholz, Palisanderholz, blaues Ebenholz (bois violet, palissandre, amaranthe, *violet wood*, *purpled wood*, *palixander wood*); kommt aus Amerika, von einem noch unbekannten Baume, ist schwer, mäßig hart, sehr geradspaltig, biegsam, und von ziemlich feinem, gleichartigem, doch etwas porösem Gefüge, auf dem frischen Schnitte röthlichgrau, nach längerer Einwirkung der Luft schön violet; dient zu feinen und kleinen Tischlerwaren.

52) **Atlasholz**, Satinholz, Satinetholz, (bois satiné, *satin wood*), von zwei in Guiana und auf den Antillen einheimischen Bäumen (Ferolia guyanensis und Ferolia variegata). Blaßgelb, fein, dicht und hart; fast so schwer wie Wasser; mit sehr schmalen Jahrringen, durch seine kleinen Spiegel (worin es dem Ahornholze ähnlich ist) nach dem Poliren von seidenartigem Schimmer (daher der Name). Zu schönen Tischlerarbeiten geschätzt. — Unter gleichem Namen kommt auch ein ostindisches Holz (von Chloroxylon Swietenia) vor.

53) **Rosenholz**, Rhodiserholz (bois de rose, bois de Rhodes, *rose wood*, *tulip wood*), angeblich von einer Art der Winde (Convolvulus scoparius oder Rhodoriza scoparia), wiewohl mehrerlei Holz unter dem Namen Rosenholz im Handel vorkommt. Das eine wird aus Ostindien und der Levante gebracht, ist hart, dicht und schwer, von gelblicher Farbe, mit rosenrothen und braunrothen Flammen, rosenartig riechend. Ein anderes stammt von den Antillen und hat keinen Rosengeruch, übrigens aber Aehnlichkeit mit jenem. Ein drittes (afrikanisches Rosenholz) ist von Pterocarpus erinaceus oder Pt. echinatus. Man macht aus allen kleine Tischler- oder Drechsler-Arbeiten, öfters auch Violinbögen.

54) **Sandelholz**, Santelholz, rothes Santelholz (santal rouge, *sanders*, *red sanders, saunders*), von dem Santelbaume (Pterocarpus santalinus und Pt. indicus) in Ostindien. Dunkelroth, sehr hart und schwer, aber, obwohl in der Hauptmasse dicht und fein, doch mit vielen groben Poren versehen. Mit der Zeit wird es fast schwarz. Dient zu eingelegter Tischlerarbeit und für Drechsler.

55) **Gelbes Sandelholz** (santal citrin, *yellow sanders*), zitronengelb, ziemlich dicht, von eigenthümlichem, aromatischem Geruche. Stammt gleichfalls aus Ostindien, aber von andern Bäumen (Santalum album, S. myrtifolium und S. Freycinetianum).

welche angeblich auch einen Theil des rothen Santelholzes liefern; wird von Tischlern zu feinen Gegenständen verarbeitet.

56) **Königsholz** (bois royal, *King's wood*, *Queen's wood*, *royal wood*), ein seiner Schönheit wegen sehr geachtetes Tischler- und Drechslerholz aus Südamerika; braunviolet oder schwarzbraun, mit hellröthlichen Längenstreifen, ebenso fein und dicht, als hart und schwer. Mutterpflanze unbekannt.

57) **Jakaranda-Holz**, brasilianisches Pockholz, Palisanderholz (jacaranda, palissandre, *rose wood*, *jacaranda wood*), aus Brasilien; dem vorigen ziemlich ähnlich, aber mehr porös, in der Hauptfarbe schwarz, mit rothbraunen Streifen und Flammen. Wird von den Tischlern als feines Furnürholz sehr hoch geschätzt. Es kommt von Jacaranda brasiliensis und sonstigen Arten derselben Gattung, vermuthlich auch von einigen anderen Bäumen, namentlich Bignonia brasiliensis, B. chrysantha und B. leucoxylon; das beste soll von Arten der Gattung Dalbergia stammen.

58) **Grenadillholz**, braunes Grenadillholz, Granatillholz, rothes Ebenholz (grenadille, *coco*, *red ebony*), aus Ostindien und einigen afrikanischen Inseln, von Anthyllis cretica (Ebenus creticus). Rothbraun, mit dunkleren Streifen und Flammen; sehr hart, dicht und schwer; von feinem, gleichartigem Gefüge; aber ziemlich spröd. Man schätzt es zu kostbaren Tischlerarbeiten, macht übrigens auch Drechslerwaaren und schöne Flöten 2c. daraus. Eine Art, die besonders hart ist, bezeichnet man mit dem Namen Eisengrenadill oder Eisenholz, bois de fer (obwohl letzterer Name auch für andere ausgezeichnet harte Hölzer gebraucht wird), und unterscheidet sie wieder in braunes und schwarzes, wovon letzteres fast dem Ebenholz an Schwärze gleich kommt. Als Bäume, von welchen sogenanntes Eisenholz kommt, werden genannt: Mesua ferrea und M. speciosa in Ostindien; Metrosideros vera auf den Molukken und nahe gelegenen Südsee-Inseln; Cupania Sideroxyton (Stadmannia Sideroxylon) auf der Insel Bourbon; Siderodendron triflorum (Siderodendron ferreum) auf Martinique; Stadmannia australis in Neuholland; Fagraea peregrina auf Sumatra.

59) **Tikholz**, Teckholz, indisches Eichenholz (chêne des Indes, *teak wood*), von Tectonia grandis, einem mächtigen Baume in Ostindien; mäßig schwer, porös aber fest und sehr dauerhaft, wenig schwindend, lichtbraun von Farbe; wird in großer Menge zum Schiffbau angewendet. Das afrikanische Tikholz stammt von einem andern Baume (Oldfieldia africana).

Zweites Kapitel.

Vorbereitung des Holzes zur Verarbeitung.

Das zur Verarbeitung bestimmte Holz ist Handelsware:

I) in ganzen Stämmen, die theils rund, theils kantig behauen (beschlagen) sind: Ganzholz;

II) durch Längenschnitte in Theile von verschiedener Breite und Dicke zersägt: Schnittholz;

III) gespalten: Spaltholz.

In jeder dieser Gestalten sind wieder mancherlei Abänderungen, betreffend die Größe und das gegenseitige Verhältniß der Dimensionen, gebräuchlich.

I. **Ganzholz** (bois de brin). — In runden (unbeschlagenen) Stämmen oder kürzeren Theilen derselben (Blöcken, billes) kommen viele Tischler- und Drechsler-Hölzer vor, welche nur dünn wachsen und erst in den Werkstätten selbst nach Erforderniß zerschnitten werden; ferner dünnes sogenanntes Stangenholz zu Wagengestellen ꝛc.; endlich das Bauholz für gewisse Zwecke, als: zu Brunnen- und Wasserleitungsröhren, Pfählen oder Piloten, Knüppeldämmen, Wellbäumen, Amboßstöcken, Bestandtheilen zum Schiffbau.

Im Gegensatze der runden Bauholzsorten (Rundhölzer, bois en grume, *round timber*) nennt man Balken, Kant- oder Eckhölzer (poutres, solives, bois carré, bois au carré, bois équarri, bois d'équarrissage, *square timber, squared timber*) diejenigen Stämme, welche durch das Beschlagen, Abvieren (équarrir, carrer, *squaring*) mit vier Flächen versehen sind und bald ein Quadrat, bald ein Rechteck zum Querschnitt haben. Ein nicht seltener Fall ist es, daß die Rundhölzer, um das Austrocknen und die Abfuhr zu erleichtern, schon im Walde unvollkommen beschlagen werden, was man Bewaldrechten, Berappen (dégrossir) nennt. Sie erhalten dabei zwar vier Flächen, aber keine scharfen Kanten, an deren Stelle vielmehr Theile der ursprünglichen Rundung übriggelassen werden (Wahnkanten, Waldkanten, Baumkanten, flaches). Gewöhnlich verhält sich die Dicke des bewaldrechteten (waldkantig beschlagenen) Holzes zu dem Durchmesser des rohen Stammes wie 17 zu 20, wodurch etwas mehr als der sechste Theil von dem Kubikinhalte abfällt. Ein Mann bewaldrechtet an einem Wintertage, wenn er höchstens eine Meile zum Arbeitsorte zu gehen hat, 2 Stück kleines, $1^1/_2$ Stück mittleres oder 1 Stück starkes Bauholz: die Länge für diese drei Gattungen zu etwa 9 bis 11, 11 bis 12 und 12 bis 13,5 ^{m}, die Dicke am Zopf- oder Wipfelende zu 120 bis 150, 170 bis 230 und 250 bis 300 ^{mm} angenommen.

Zum Beschlagen wird der noch ganz runde oder schon bewaldrechtete Stamm auf sogenannte Haubböcke, Zimmerböcke, oder auf eine andere geeignete hölzerne

Unterlage horizontal niedergelegt und mittelst eiserner Klammern befestigt. Dann zeichnet man die Lage und Richtung der ersten zu bildenden Fläche durch einen Schnurschlag, was man schnüren oder abschnüren (cingler, tringler, aligner, battre une ligne, marquer au cordeau, *line-out*) nennt. Es wird nämlich längs des Baumes (vom unteren oder Stamm-Ende bis zum Zopf-Ende) eine mit Kreide, Kohle oder nassem Röthel bestrichene Schnur (cordeau, fouet) straff ausgespannt, die man dann etwas in die Höhe zieht und wieder losläßt, sodaß sie beim Zurückschnellen etwas von der Farbe auf das Holz absetzt und eine Linie erzeugt, nach der man sich beim Behauen richtet. Zuerst werden nun durch zwei Arbeiter seitwärts von 600 zu 600 mm Entfernung mit der Axt senkrechte Kerben (Stiche) eingehauen, welche bis an die Linie in das Holz reichen, worauf der eine Arbeiter die wegzunehmenden Holztheile zwischen den Stichen mit der Zimmeraxt abhaut, und der andere, jenem folgend, die dadurch entstandene Fläche mit dem Breitbeile (welches nur schwache Späne nimmt) ebnet und glättet. Auf gleiche Weise wird die gegenüberstehende oder zweite Seitenfläche bearbeitet; sodann wird der Stamm um ein Viertel des Kreises gewendet und zur Bildung der dritten und vierten Fläche geschritten. Die so erhaltene Querschnitts-Form ist ein Quadrat, öfter noch (weil die Stämme selten genau kreisrund sind) ein dem Quadrat nahe kommendes Rechteck, und der Balken erhält meistentheils, um die Größe des Abfalles zu vermindern, an dem Stamm-Ende eine um etwas (bis 50 mm) größere Stärke, als am Zopf-Ende. Bei Bauhölzern, welche schiefwinklig beschlagen werden müssen, ist es am besten, den Stamm erst winkelrecht zuzurichten und die schrägen Flächen nachher mit Axt und Beil besonders auszuarbeiten. Man gelangt auf diese Weise, allerdings mit etwas mehr Arbeit, am sichersten zur genau richtigen Gestalt. Daß beim Beschlagen zu einem vorgeschriebenen Maße jederzeit der Stamm eben nur so dick gewählt werden muß, als durchaus nöthig ist — damit Holzverlust und unnöthige Arbeit vermieden werden — bedarf kaum der Erinnerung.

Man bezeichnet im Holzhandel die Balken und die zu denselben bestimmten Stämme gewöhnlich nach dem Fußmaße ihrer Länge (1 Fuß durchschnittlich = 300 mm), z. B. Sechziger-, Fünfziger-, Vierziger-Balken. Die Dicke wird bei Bestellungen nach dem Bedarfe angegeben, wobei man den geringsten Durchmesser, nämlich jenen am Zopf-Ende (gewöhnlich zu 8 oder 9 Zoll = 200 oder 225 mm) vorschreibt. An mehreren Orten aber sortirt man die Stämme dergestalt, daß jeder gebräuchlichen Länge eine bestimmte Dicke entspricht. Für Hölzer, welche nach dem Inhalte berechnet und verkauft werden, ist die Mittelstärke maßgebend, welche in ganzen Centimetern angegeben wird. Zur Berechnung des Rauminhaltes wird mehrfach das Scheit = $^1/_{100}$ cbm angewendet. Sparren (chevrons) werden die dünneren Stämme genannt, die man nach dem Längenmaße bezeichnet; ihre Dicke wird meist zu 5 bis 6 Zoll (125 bis 150 mm) am Zopf-Ende gefordert. Da die Maße und Benennungen der Sorten in verschiedenen Ländern von einander abweichen, so können folgende Angaben über die unbeschlagenen Fichten- und Tannenstämme vom Harze nur beispielweise hier stehen, wobei zu bemerken ist, daß die Dicke am Stamm-Ende nicht als gleichbedeutend mit dem Durchmesser des Baumes über der Erde angesehen werden darf, weil gewöhnlich der unterste, dickste Theil zu einem Sägeblocke abgeschnitten wird (1 Fuß hier = 292 mm).

Balken:		Länge, Meter.		Dicke, Millimeter: am Stamm-Ende.		am Zopf-Ende.
70er	—	20,5 bis 21	—	390	—	290
60er	—	17,5 „ 18	—	390	—	290
50er	—	14,6 „ 15,2	—	290 bis 340	—	220 bis 240
40er	—	11,7 „ 12,3	—	240 „ 290	—	200 „ 220
36er	—	10,5 „ 11	—	220 „ 270	—	170 „ 220
30er	—	8,8 „ 9,3	—	200 „ 240	—	145 „ 220
24er	—	7 „ 7,6	—	200 „ 220	—	145 „ 200

Sparren:		Länge, Meter.		Dicke, Millimeter am Stamm-Ende.		Dicke, Millimeter am Zopf-Ende
50er	—	14,6 bis 15,2	—	200 bis 220	—	145 bis 200
40er	—	11,7 „ 12,3	—	170 „ 200	—	120 „ 170
30er	—	8,8 „ 9,3	—	145 „ 200	—	120 „ 145
24er	—	7 „ 7,6	—	145 „ 170	—	100 „ 145
20er	—	5,9 „ 6,4	—	145 „ 170	—	100 „ 120

Sparren unter 100 bis 120mm Zopfstärke dienen nicht mehr als Bauholz; solche von 50 bis 100mm werden aber als Leiterbäume gebraucht, solche von 70 bis 100mm (bei einer Länge von 3,5 bis 9m) sind Lattenknüppel.

II. **Schnittholz**, Sägeholz (bois de sciage; die gemeinschaftliche Benennung für Schnitt- und Spaltholz, im Gegensatze des Ganzholzes, ist bois de refend oder bois refendu; — bois d'échantillon wird das Schnittholz genannt, sofern es bestimmte, allgemein übliche Dimensionen hat). — Kleines Bauholz (von geringer Breite und Dicke) wird oft durch Zerschneiden der Stämme nach ihrer Länge dargestellt und dann in die erforderliche Gestalt gezimmert. Auf diese Weise entsteht Halbholz (bois mi-plat), wenn durch einen einzigen Längenschnitt der Stamm in zwei gleiche Theile getrennt wird; Kreuzholz, vier Theile aus dem Stamme, durch zwei in der Achse sich rechtwinklig kreuzende Schnitte; Sechstelholz durch drei Kreuzschnitte. Dieses Verfahren ist weniger vortheilhaft als die Methode, die schwachen Hölzer aus ganzen angemessen dünnen Stämmen zu zimmern; denn da durch das Aufschneiden der Kern an eine Seite des Stückes zu liegen kommt, so tritt in Folge der ungleichen Beschaffenheit der Holztheile leichter das Werfen ein, als wenn der Kern in der Mitte bleibt (S. 621). Jedenfalls ist zu empfehlen, die Schnitte an der Stelle der Waldrisse (wo das Holz schon auf dem Stamme zersprungen ist, S. 621) zu machen.

Die regelmäßige Anwendung des Zersägens in der Längenrichtung (Trennen, scier en long) findet statt zur Darstellung der allgemein in den Handel kommenden Schnitthölzer, welche durch Zimmern (Beschlagen) nicht ohne übergroßen Abfall und nicht mit der nöthigen Vollkommenheit dargestellt werden könnten. Diese sind theils breit, theils kantig:

1) Breites Schnittholz:

a) Bohlen, Läden, Planken, Pfosten (madriers, *planks*), von 50 bis zu 100, seltener bis 200mm Dicke, wobei die Breite durch die Stärke der Baumstämme bestimmt wird.

b) Breter, Dielen (planches, ais, *deals*, *boards*, *planks*), von den Bohlen bloß durch die Dicke verschieden, welche 6mm (*quarter stuff*) bis 45mm beträgt. Nach den Abstufungen der Breite und Dicke unterscheidet man gewöhnlich volle Dielen, gemeine Dielen und Futterdielen. Auch ist folgende Klassifikation gebräuchlich: Ganze Spundbreter 42mm dick, halbe Spundbreter 36, Tischlerbreter 30, Schalbreter 24, Kistenbreter 6 bis 18mm. Die dickeren Sorten schneidet man, um sie thunlichst breit zu erhalten, vorzugsweise aus dickeren Stämmen. Die Länge der Bohlen und Dielen beträgt nicht unter 3 und nicht über 7,5m, am häufigsten 6, 5 oder 3,6m.

c) Furnüre (plaques, feuillets, feuilles de placage, *veneers*), fast nur aus feinen Hölzern (Furnürholz, bois de placage), zum Bekleiden und Einlegen von Tischlerarbeiten, gewöhnlich 1 bis 2mm, jedenfalls unter 5mm dick, von sehr verschiedener Länge und Breite; durch Zersägen der Bohlen, parallel mit deren breiten Flächen, verfertigt.

Bei der Verzollung pflegt man alles breite Schnittholz von mehr als 2,5mm Dicke zu den Bretern, dagegen jenes von 2,5mm und darunter zu den Furnüren zu rechnen. Papierdünne Furnürblätter aus feinen Holzarten werden neuerlich zum Ueberziehen von Büchereinbänden und Papparbeiten geliefert.

2) **Kantiges Schnittholz:**

a) **Stollen, Stollenholz, Säulenholz** (chevrons), quadratische Hölzer, durch Zersägen der Bohlen rechtwinklig gegen deren Breite; 50 bis 175 mm dick; Länge 3,5, 4, 4,5, 5 und 5,5 m.

b) **Latten** (lattes, *laths*), auf gleiche Weise aus Bretern dargestellt, von 20 bis 60 mm dick. Ihre Breite ist manchmal der Dicke gleich, meistentheils aber etwa doppelt so groß als diese, und steigt zuweilen auf 150 mm; die Länge beträgt gewöhnlich 5, 6 oder 7 m.

c) Verschiedenes kleines, zum Theil krummes Schnittholz für Wagner, Böttcher ꝛc., wie Radfelgen, Speichen, Faßstäbe u. dgl.

Man wählt zum Schnittholz überhaupt die gesündesten, geradesten, reinsten, astfreiesten Bäume, und zwar den untersten, dicksten Theil derselben, welcher auf 5, 6, 7 m Länge abgeschnitten und in Hinsicht auf seine Bestimmung **Sägeblock, Bloch, Klotz** (bloc, bille, *log, plank timber*) genannt wird. Sehr große Bäume liefern zwei, drei Sägeblöcke und werden danach **zweistielig, dreistielig** genannt. Das Schneiden der Breter und Bohlen geschieht am besten bald nach dem Fällen, nicht nur weil das zerkleinerte Holz leichter und vollständiger austrocknet, sondern auch weil das Schneiden des frischen Holzes weniger Kraftaufwand erfordert und also rascher von Statten geht.

In letzterer Beziehung kann folgendes Erfahrungs-Resultat (nach Belidor) angeführt werden. **Drei** Arbeiter schnitten mit einer Handsäge in einer Stunde:

a) Einen **trockenen** Eichenstamm von 324 mm Stärke, auf 1,62 m Länge (Größe der geschnittenen Fläche, einfach gerechnet, 0,525 □ m);

b) einen **trockenen** Eichenstamm von 189 mm Stärke, auf 5,51 bis 5,83 m (geschnittene Fläche etwa 1,07 □ m);

c) einen **frischen** Eichenstamm von 324 mm Stärke, auf 3,24 m Länge (geschnittene Fläche 1,08 □ m);

d) einen **frischen** Eichenstamm von 189 mm Stärke, auf 8,1 bis 8,4 m (geschnittene Fläche 1,56 □ m);

e) einen **trockenen** Stamm von Föhrenholz, 324 mm stark, auf 2,27 m Länge (geschnittene Fläche 0,735 □ m);

f) einen **trockenen** Stamm von Föhrenholz, 189 mm stark, auf 10 bis 10,4 m (geschnittene Fläche etwa 1,93 □ m);

g) einen **frischen** Stamm von Föhrenholz, 324 mm stark, auf 4,53 m Länge (geschnittene Fläche 1,468 □ m).

Hiernach ist in grünem Holze während gleicher Arbeitszeit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mal so viel geleistet worden, als in trockenem gleicher Art und Stärke. Zugleich geht hieraus hervor, daß die nämliche Kraft in der nämlichen Zeit mehr leistet bei Holz, dessen Dicke (Höhe des Querschnittes) klein ist, als bei solchem von großer Dicke, sodaß also die Wirkung einer bestimmten Kraft beim Sägen nicht allgemein durch die gesägte Fläche ausgedrückt werden kann. Ganz frisches (nasses) Holz sägt sich allerdings am leichtesten; aber solches von einem geringeren Feuchtigkeitsgehalte, dessen Späne stark zusammenkleben und sich ballen, leistet größeren Widerstand als völlig trockenes, welches lose, unzusammenhängende Späne giebt.

Man schneidet Bohlen und Breter entweder aus runden Blöcken, oder aus solchen, welche auf zwei gegenüberstehenden Seiten (seltener auf allen vier Seiten) flach beschlagen (**abgeschwartet**) sind. Im ersten Falle erhält man auf jeder Seite eine **Schwarte**, ein **Schellstück** (flache, dosse, *slab*), nämlich einen schmalen dielenartigen Holzstreifen, welcher im Querschnitte die Gestalt eines Kreisabschnittes hat; die Dielen selbst fallen natürlich von verschiedener Breite, die breitesten aus der Mitte (**Mitteldielen**), und sind an den Rändern bogenförmig schräg, von einem Theile des Splintringes begrenzt (**ungesäumte, ungestrichene, rindkantige, rundkantige** Dielen, **Wahndielen**). Ein abgeschwarteter Block dagegen liefert — indem er zum Schneiden auf die eine Abschwartungsfläche gelegt wird und die Schnitte rechtwinklig gegen diese Fläche laufen — aus der Mitte splintfreie, rechtwinklig abgekantete — **gesäumte, besäumte** oder **vollkantige**

— Breter (*flatted planks*). Das der Schwarte (S. 649) zunächst sich ergebende, also schmälste, Bret auf jeder Seite des Blockes wird öfters durch die Benennung Schwartenbret besonders unterschieden. Sehr dicke Blöcke werden halbirt oder geviertelt (d. h. durch einen Achsenschnitt in zwei, oder durch zwei Kreuzschnitte in vier Theile getrennt) und dann erst zu Dielen geschnitten. Bei Rothbuchenholz soll hierdurch das Werfen verhindert werden, was bei diesem Holze sonst sehr leicht eintritt. Mit allen Dielen oder Bohlen, welche nicht schon in Folge des Abschwartens gesäumt sind, muß das Säumen nachher durch einen besonderen Sägenschnitt an jeder Kante verrichtet werden, insofern nicht etwa für gewisse Anwendungen diese Arbeit überflüssig ist. Damit durch das Säumen möglichst wenig Abfall entsteht, ist es zweckmäßig, den Block nicht in lauter gleich dicke Breter zu zertheilen, sondern aus den Seitentheilen dünnere als aus der Mitte zu schneiden. Da die Baumstämme sehr gewöhnlich eine geringe Krümmung haben, so muß man darauf achten, die krummen Seiten des Blockes oben und unten zu legen, damit nicht durch die vertikalen Sägenschnitte die Holzfasern schräg durchschnitten werden, was der Festigkeit schaden und das Werfen befördern würde. Man pflegt häufig die Schnitte nicht ganz bis ans Ende des Blockes zu führen, sondern einen kurzen Theil (den sogenannten Kamm oder Späller) undurchschnitten zu lassen, damit die Breter noch zusammenhalten, die alsdann durch Spalten von einander getrennt werden. Bei den gewöhnlichen Sägemühlen ist man oft zu diesem Verfahren durch die Befestigung des Blockes an seinem Ende genöthigt, welche das Sägblatt verhindert, ganz durchzuschneiden.

Schneiden mit der Handsäge. — Die Säge ist 1,2 bis 1,8 m lang, 100 bis 150 mm breit; mit großen, abwechselnd etwas nach der Seite ausgebogenen (geschränkten) Zähnen; an jedem Ende mit einem hölzernen Querhefte versehen. Der Sägeblock wird horizontal (seltener schräg) auf ein mannshohes hölzernes Gerüst oder über eine Erdgrube (*saw-pit*) gelegt; ein Mann (*top-man*) steht auf demselben und regiert die Säge in vertikaler Richtung nach der durch Abschnüren (S. 647) vorgezeichneten Linie; zwei andere Arbeiter (auch wohl nur einer, *pit-man*) stehen unten, fassen und bewegen die Säge an dem zweiten Griffe. Das Schneiden findet nur beim Niedergange statt. Wenn der Schnitt um etwa 300 mm fortgerückt ist, schiebt man einen Keil in denselben, damit die Säge ohne Klemmung sich fortbewegen kann. — Die Handsäge wird nicht so oft zum Breterschneiden (was regelmäßig auf der Sägemühle geschieht), als zum Querabschneiden der Stämme, zum Halbiren und Vierteln derselben ꝛc. gebraucht. Krumme Schnitte (bei Schiffbauholz, Schlitten- und Wagenbäumen ꝛc.) sind meistentheils nur durch Handsägen zu erreichen, obwohl es für gewisse einzelne Fälle dieser Art auch Sägemaschinen giebt. Durch bogenförmige Schnitte wird immer ein Theil der Fasern durchschnitten (das Holz über den Span geschnitten, bois tranché), folglich die Widerstandskraft gegen Zerbrechen vermindert. Es ist daher zweckmäßig, soviel möglich krumme Arbeitstücke aus krummgewachsenem Holze zu machen.

Ueber die Größe der Leistung einer Handsäge in bestimmter Zeit (im Besonderen beim Langschnitt) geben die S. 649 mitgetheilten Beobachtungen Belidors einige Anhaltspunkte. Dazu fügen wir folgende Erfahrungen: a) Nach Langsdorf: Zwei sehr geübte und ausdauernde Arbeiter schnitten mit einer sehr dünnen Säge, an welcher die ganze Länge 2,13 m, die Länge des gezahnten Theils 1,49 m betrug, mit 116½ Doppelzügen von durchschnittlich 700 mm Hubhöhe, in 2 Minuten 252 mm tief in einen 310 mm hohen Balken von etwas frischem Föhrenholz ein. Dies ergiebt für eine Stunde Arbeit 2,33 □m Schnittfläche oder reichlich um 50 Prozent mehr, als bei Belidors Versuch g (S. 649) drei Mann leisteten. Die Geschwindigkeit der Säge findet man aus vorstehenden Angaben = 1,36 m für die Sekunde; die Tiefe des Eindringens bei jedem Niedergange oder Doppelzuge = 2,16 mm. Die Breite des Schnittes schätzt Langsdorf auf 4 mm. — b) Nach Armengaud: Zwei Mann mit einem Sägeblatt von 1,3 m Länge schnitten in einem trockenen Eichenholzstamme von 315 mm Höhe binnen 7 Minuten 920 mm tief; sie arbeiteten dabei 3 bis 4 Minuten anhaltend und machten dann eine Pause von 30 Sekunden; die Hubhöhe der Säge betrug 975 mm, die Zahl der Schnitte oder Doppelzüge in 1 Minute durch-

schnittlich 50 (Geschwindigkeit der Säge = 1,625m für die Sekunde); die Tiefe des Eindringens beim einzelnen Schnitte berechnet sich auf 2,63mm; die geschnittene Fläche für 1 Stunde Arbeit auf 2,48 □m. In diesem Falle, wie im vorigen, würde aber — wegen der nöthigen Ruhepausen — die wirkliche Leistung während einer Stunde erheblich geringer ausgefallen sein, als die Berechnung nach dem kurzen Versuche ergiebt.

Schneiden auf Sägemühlen. — (Schneidmühlen, scierie, *saw-mill*)[1]), die durch Wasser- oder Dampfkraft betrieben werden.

a) **Bretsägemühle**[2]). — Man hat in der Hauptsache fünferlei Einrichtungen: mit einer einzigen geraden vertikalen Säge; mit zwei oder mehreren solchen Sägen; mit einer geraden horizontalen Säge; mit Kreissäge; mit Säge ohne Ende.

1) Die Sägemühlen mit einer einzigen geraden Säge[3]) sind die ältesten, aber in neuerer Zeit in ihren einzelnen Theilen bedeutend verbessert worden. Die Säge (Mühlsäge, scie, *saw, mill saw*) ist aufrecht in einem hölzernen oder gußeisernen Rahmen (dem Gatter, Sägegatter, châssis, porte-scie, *frame*) ausgespannt, dessen zwei vertikale Seitentheile die Gatterschenkel oder Gatterstäbe, sowie die zwei horizontalen Querstücke die Gatterriegel genannt werden. Die Befestigung und Spannung des Sägeblattes wird mittelst zweier eiserner Bügel oder Kloben bewirkt, in welchen die Enden desselben hängen und welche die Gatterriegel umfassen. Das Gatter gleitet an eisernen Leitstangen oder zwischen zwei hölzernen, mit Metall-Leitungen versehenen Ständern des Gestelles (den Gattersäulen) auf und nieder. Der Schnitt geschieht in der Regel nur beim Niedergange der Säge; zu jedem Schnitte wird ihr der zu schneidende Kloß oder Sägeblock um ein Bestimmtes entgegengerückt. Hierzu ist das Schiebzeug vorhanden, nämlich ein Stoßrad, Schiebrad, Zahnscheibe (roue à rochet) mit schrägen Zähnen, dessen Schiebklaue (cliquet, pied de biche) von dem Sägegatter mittelst eines Hebels so in Bewegung gesetzt wird, daß sie das Rad um einen oder ein paar Zähne fortrückt. Dabei greifen zwei Getriebe, die entweder unmittelbar an der Achse des Stoßrades oder an einer zweiten, von dieser aus umgedrehten Welle (Ziehwelle) sitzen, in ein Paar hölzerne oder eiserne Zahnstangen (Kammbäume), und führen hierdurch den Klotzwagen, Blockwagen (chariot, *drag*), auf welchem das Holz (durch Klammern oder Schrauben ꝛc. befestigt) liegt, um den entsprechenden geringen Abstand gegen die gezahnte Seite der Säge hin fort. Der Klotzwagen besteht aus zwei langen horizontalen Balken (Wagenbäumen), welche die Säge zwischen sich haben und deshalb, um deren Bewegung nicht zu hindern, nur an den Enden durch Querriegel mit einander verbunden sein können. Unter denselben liegen unbeweglich zwei andere Balken (die Straßbäume), auf denen der Wagen fortgeht; damit dieses mit der geringsten Reibung stattfinde, werden verschiedene Mittel angewendet, z. B. zwischen den Straßbäumen Friktionswalzen als Unterlage für den Wagen angebracht, oder die oberen Flächen der Straßbäume mit eisernen Gleisen versehen, auf welchen der Wagen mittelst Friktionsrollen (Laufrädchen, galets) geht, ꝛc.

Ist der Block von einem Ende bis zum andern durchsägt, so muß der Wagen seinen ganzen Weg schnell zurückgeführt werden, bevor ein neuer Schnitt anfangen

[1]) Technolog. Encyklopädie, Bd. XIII., S. 164. — Scieries et machines-outils de F. Arbey et Comp. 1ère partie: Scieries. Paris 1865.

[2]) Die neuesten Verbesserungen in der Konstruktion der Schneidemühlen. Von P. Boileau. A. d. Französ. von E. Fromberg. Quedlinburg 1862. — Atlas IV., Taf. 5. — Zeitschr. der Ing. 1862, S. 269, 315, 409, 465.

[3]) Le Blanc, Recueil, II. Partie, planches 25, 26. — Bulletin d'Encouragement, XXXI. (1832), p. 75; XXXII. (1833), p. 4. — Armengaud, III. 236. — Brevets, LV. 310 — Polyt. Journ., Bd. 48, S. 415; Bd. 147, S. 403. — Polyt. Centr. 1858, S. 532; 1861, S. 1256; 1864, S. 444. — Mittheilungen 1861, S. 146. — Schweiz. Z. 1861, S. 140. — Langsdorf, System der Maschinenkunde, II. 506. — Gerstner, Handbuch der Mechanik, II. 439. — Kronauer, Maschinen, IV., Taf. 30. — Atlas IV. Taf. 1.

kann. Die Vorrichtung hierzu heißt der **Rücklauf** und kann von verschiedener Beschaffenheit sein, wobei es im Wesentlichen immer nur darauf ankommt, das Schiebrad außer Wirksamkeit zu setzen und der umgekehrten Bewegung der Getriebe, welche in die Zahnstangen der Wagenbäume eingreifen, die nöthige Schnelligkeit zu verleihen, damit der Zeitverlust vermindert wird. Ferner muß vor jedem neuen Schnitte der Klotz auf dem Wagen um so viel seitwärts verschoben werden, als die Dicke des zunächst abzuschneidenden Bretes erfordert. Zu diesem Behufe hat man auf der Hirnfläche des Klotzes mit Kreide oder auf andere Weise den horizontalen Durchmesser gezogen und nach der Dicke der Breter eingetheilt, wodurch das Maß der Verschiebung gegeben ist. Vortheilhafter giebt man dem Wagen (der dann aus Gußeisen besteht) die Einrichtung, daß sein oberer Theil, auf welchem der Klotz unbeweglich liegt, auf dem unteren Theile durch eine quer angebrachte Schraube (oder durch mehrere, mittelst eines Mechanismus gleichzeitig umgedrehte, Schrauben) der Breite nach verrückt werden kann.

Wenn das zu zersägende Holz kein roher Baum, sondern entweder eine Bohle oder wenigstens ein durch zwei vorläufige Schnitte abgeschwarteter (S. 649), daher zwei parallele Seitenflächen darbietender Stamm ist, so kann der Blockwagen entbehrt werden: zum Vorschieben bringt man nämlich dann, nahe vor der Säge, vertikal stehende glatte oder gefurchte Walzenpaare an, welche das Holz zwischen sich fassen und mit der geeigneten schrittweisen Bewegung dem Schnitte entgegenführen (scie à cylindres)[1]; auch läßt man derartige Walzen gemeinschaftlich mit Ketten ohne Ende wirken[2].

Die vertikale Bewegung des Sägegatters wird am gewöhnlichsten durch eine unter den Straßbäumen liegende Welle hervorgebracht, die ein Schwungrad nebst einem Krummzapfen trägt; letzterer zieht dann bei seiner Umdrehung mittelst eines **Lenkers** (bielle) das Gatter auf und nieder. Es kann aber auch der Krummzapfen mittelst des Lenkers einen über der Maschine angebrachten horizontalen Wagbaum (balancier) in schwingende Bewegung setzen, der an seinem zweiten Ende mittelst einer herabgehenden Stange das Gatter trägt; doch entstehen bei dieser Konstruktion (scie à balancier) leicht nachtheilige Stöße. Die Bewegungs-Mechanismen, sowie die meisten übrigen Theile der Schneidmühle kommen in mannigfaltigen Abänderungen vor. Bei Dampfbetrieb im Besonderen wird zuweilen der Dampfzylinder über dem Sägegatter aufgestellt, wo dann die unten aus dem Zylinder hervortretende Kolbenstange das Gatter auf und nieder schiebt. — Gewöhnlich befindet sich die Säge in der Mitte des Gatters zwischen den beiden Gatterschenkeln (**Mittelgatter**, **Blockgatter**); manchmal aber hat sie ihren Platz an der einen Seite des Gatters, wie am Gestelle einer Hand-Spannsäge, was hauptsächlich beim Abschwarten der Blöcke und Säumen der Dielen dienlich ist (**Endgatter**, **Seitengatter**, **Saumgatter**).

Der Vorrückung des Holzes gegen die Säge (**Zuschiebung**)[3] ist oben nur im Allgemeinen gedacht worden; sie findet aber in verschiedener Weise statt:

a) Das Holz rückt vor beim Aufgange der Säge, und ruht während ihres Niederganges, wo sie schneidet (die älteste, jetzt am wenigsten gebräuchliche Art). Da hierbei die Säge während ihres Aufsteigens dem Vorrücken des Klotzes Raum geben muß, wird die Nothwendigkeit klar, die gezahnte Sägekante in eine schräge (oben nach dem noch ungeschnittenen Theile des Klotzes überhängende) Linie zu stellen, welcher mit der Vertikalen einen Winkel von 15 bis 24 Minuten einschließt. Man erreicht dies entweder dadurch, daß man dem Sägeblatte oben eine etwas größere Breite giebt, oder dadurch, daß man es, wenn es überall gleich breit ist, angemessen schräghängend in dem Gatter einspannt. Die Größe, um welche demzufolge die zwei durch den obersten und untersten Sägenzahn gezogenen Senkrechten von einander entfernt sind (gewöhnlicher gesprochen: den Vorsprung des obersten Zahnes über den untersten) nennt man den **Anlauf** oder **Busen** der Säge.

b) Das Holz rückt vor beim Niedergange der Säge, also während dieselbe schneidet, ruht dagegen beim Aufgange. Die Säge hat in diesem Falle keinen Anlauf, sondern ihre Zahnspitzen liegen sämmtlich in derselben Vertikallinie.

---

[1]) Brevets, LVI. 507. — Brevets 1844, T. 17, p. 153. — Armengaud, III. 166; XIV. 195.
[2]) Brevets 1844, T. VI. p. 42.
[3]) Mittheilungen 1867, S. 210.

c) Das Vorrücken des Holzes dauert ohne Unterbrechung gleichmäßig fort (wozu ein anderer Mechanismus als das S. 651 beschriebene Schiebzeug erfordert wird); die Säge ist mit Anlauf versehen und schneidet ebenfalls nur im Niedergange. Dies bildet eine Vereinigung der Fälle a. und b.

d) Die Vorrückung ist stetig wie im Falle c, aber die Säge (ohne Anlauf) schneidet im Aufsteigen eben sowohl wie im Niedergehen, was durch abgeänderte Form ihrer Zähne erreicht wird.

Die Sägezähne (dents, *teeth*) haben, sofern ein Schneiden nur bei der abwärts gerichteten Bewegung stattfindet, meist die Gestalt eines nahe gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks, von welchem die eine Kathete in der Linie des Sägenrandes liegt und die andere nach unten gekehrt ist, sodaß sie beim Schnitte zuerst in das Holz eintritt. Die Spitze des Zahnes bildet also einen Winkel von 45 Grad oder wenig darüber. Zwischen je zwei Zähnen ist ein Raum gelassen, worin sich die Sägespäne aufhalten können; bei den sogenannten Wolfszähnen ist dieser Zwischenraum bogenförmig ausgeschweift, wodurch er seinen Zweck noch besser erfüllt. Um in beiden Bewegungsrichtungen zu schneiden, erhalten die Zähne z. B. eine gleichschenklig und spitzwinklig dreieckige Gestalt von der Art, daß die Grundlinie des Dreieckes im Sägenrande liegt. Eine eigenthümliche für diesen Fall berechnete Zahnung besteht aus Zähnen von zweierlei Art: spitzigen und breitschneidigen[1]). — Die Zähne überhaupt sind mit der Feile geschärft und überdies geschränkt, d. h. etwas aus der Ebene des Blattes zur Seite gebogen (abwechselnd einer rechts, einer links), damit das Blatt sich nicht in dem Schnitte klemmt oder übermäßig reibt; hierdurch wird bewirkt, daß der Schnitt breiter ausfällt, als die Dicke des Sägeblattes ist. — Ueber die Zahnformen wird nähere Kenntniß dasjenige geben, was weiter unten bei Abhandlung der Werkstatt-Sägen vorkommt.

Folgende Angaben beziehen sich auf die wichtigsten Zahlenverhältnisse bei den Schneidmühlen:

Die ganze Länge des Sägeblattes beträgt bei verschiedenen Mühlen 1,2 bis 2,1 und manchmal selbst 2,4 m, wovon 0,9 bis 1,7 oder 1,9 m mit Zähnen versehen sind; dessen Breite gewöhnlich 125 bis 175, öfters aber auch bis gegen 250 mm; die Dicke höchstens 2,5 mm. Ein zu dünnes Blatt hat nicht Steifheit genug, wird leicht durch die Erwärmung beim Schneiden schlaff und leidet dann viel Reibung im Schnitte; ein zu dickes Blatt erfordert, weil es einen breiteren Schnitt bildet, mehr bewegende Kraft und macht mehr Späne. Aus letzteren beiden Gründen findet man die besten Sägen nur 1,75 bis 1,25 mm herab dick.

Eine gute Form und Größe für die Zähne ist die, wobei ein jeder einzelne Zahn 16 mm Breite an seiner in der Sägenkante liegenden Grundlinie, ebenfalls 16 mm Länge oder Tiefe hat, und zwischen je zwei Zähnen ein leerer Zwischenraum von 5 mm ist, sodaß die Spitzen 21 mm von einander entfernt stehen und der Flächenraum der Zahnlücke sich zum Flächenraume des Zahnes verhält wie 13 : 8. Sehr breite Zähne, die ohne Zwischenraum auf einander folgen, sind nicht zu empfehlen, da sie eine grobe Schnittfläche machen; und kleine Zähne ohne Zwischenraum bieten nicht genug Platz zum vorübergehenden Aufenthalte der Späne dar, welche etwa 5 bis 5½ Mal so viel Raum einnehmen als der feste Holzkörper, woraus sie entstanden sind. Wie sehr die Ansichten über die besten Verhältnisse der Sägenzahnung aus einander gehen, mag noch Folgendes zeigen:

		für weiches Holz			für hartes Holz	
Entfernung von Zahnspitze zu Zahnspitze . .	Millim.	40	50	—	30	40
Breite des Zahnes	„	20	25	—	24	32
Also leerer Raum zwischen zwei Zähnen . .	„	20	25	—	6	8
Tiefe des Zahnes	„	24	30	—	18	24
Winkel der Zahnspitze		40°			53°	
Flächeninhalts-Verhältniß zwischen Zahnlücke und Zahn		3 : 1		—	1,5 : 1	

Durch die Schränkung der Zähne erhält das Blatt einen Spielraum in der Schnittfuge, dessen ganze Größe (beide Seiten zusammengerechnet) auf 1¼ bis 1½ mm, d. h. etwa auf die Hälfte der Dicke eines starken oder die ganze Dicke eines sehr schwachen Sägeblattes anzunehmen ist, sodaß die Breite des Schnittes (chemin, voie, trait, *kerf*) zu 2 bis 4 mm ausfällt. Ueber dieses letztere Maß sollte der Schnitt nie steigen, wenngleich es gut ist, die Breite desselben (durch stärkere oder geringere Schränkung der

---

[1]) Polyt. Centr. 1852, S. 925.

Zähne) nach der Härte und sonstigen Beschaffenheit des Schnittholzes in gewissem Grade zu verändern.

Die Länge des Zuges oder die Hubhöhe der Säge machte man bei den deutschen Mühlen nach älterer Bauart = 400 bis 580 mm; bei den neueren verbesserten Maschinen dagegen beträgt sie sehr gewöhnlich von 600 bis 800 mm oder sogar an 1 m, wonach sich die Länge der Säge richtet. Letztere muß nämlich, je nachdem die Dicke der größten vorkommenden Sägeblöcke verschieden ist, um 0,75 bis 1,3 m größer sein als der Hub, wobei in Anschlag gebracht ist, daß durch die der Säge im Wege liegenden Straßbäume und Wagenbäume, sowie durch die Befestigung des Blattes an seinen Enden, ein gewisser Theil der Länge für den Schnitt unnutzbar gemacht wird. Fünf Siebentel oder höchstens fünf Sechstel der Hubhöhe kann man als die größte zulässige Dicke oder Höhe des zu sägenden Holzes annehmen; am besten ist es, die Blockhöhe (Höhe des Schnittes) nur gleich der halben Hubhöhe zu machen.

Die Geschwindigkeit der Säge darf weder zu gering sein, weil dann viele Späne nur unvollkommen vom Holze losgerissen und dadurch die Schnittflächen rauh werden, noch zu groß, weil in diesem Falle die Späne nicht Zeit haben von der Säge abzufallen, daher wieder mit zurückgezogen und noch einmal zerrieben werden, wodurch Kraftverschwendung entsteht und der freie Gang der Säge gehindert wird. Bei den deutschen Sägemühlen nach der althergebrachten Bauart ist der Weg, den die Säge in einer Sekunde durchläuft, gewöhnlich 1,5 bis 1,8 m, indem bei 425 bis 575 mm Hubhöhe 80 bis 120 Schnitte in einer Minute geschehen (bei geringem Hube natürlich mehr als bei großem). Die neueren Mühlen schneiden hingegen 130 bis 150 Mal in der Minute bei 750 bis 900 mm Hub, ja in weichem Holze wohl 200 Mal bei 800 mm Hub, wonach sich Geschwindigkeiten von 3,75 bis 5,33 m auf die Sekunde ergeben. Letzteres darf als die höchste im Allgemeinen noch zulässige Geschwindigkeit einer auf und nieder gehenden Säge angesehen werden, bei welcher — unter zu großer Schnelligkeit — die durch den Wechsel der Bewegung erzeugten Stöße dem ganzen Werke nachtheilig sein würden. Doch kommen Fälle vor, wo man stark gebaute Maschinen mit Hülfe ansehnlich vermehrter Betriebskraft noch schneller gehen, z. B. die Säge bei 600 mm Hub bis zu 280 Schnitten in 1 Minute machen läßt (Geschwindigkeit 6,16 m für die Sekunde).

Die Geschwindigkeit des Wagens ist natürlich ebenfalls in bestimmte Grenzen eingeschlossen, und hängt von jener der Säge dadurch ab, daß bei jedem Schnitte der Block nicht um mehr vorgerückt werden darf, als die Säge füglich in einem Niedergange durchschneiden kann. Wird die Schiebung des Wagens zu groß eingerichtet, so dringt die Säge nur mit verhältnißmäßig großem Kraftaufwande durch, verstopft sich durch die vielen Späne und macht einen rauhen Schnitt. Je kleiner der Hub der Säge, je dicker (höher) und je schwerer zu schneiden das Holz ist, desto geringer sollte im Allgemeinen die Vorschiebung für jeden Schnitt (coup) sein, obwohl hierin viel von der Größe der disponiblen Kraft abhängt. Als gewöhnliche Grenzen, innerhalb welcher die Größe des Vorschubes auf je einen Schnitt sich bewegt, kann man 1,5 und 12 mm annehmen: in weichem (Tannen-) Holz steigt dieselbe zuweilen auf 18 oder 20 mm.

Man findet einen Fall angeführt, wo beim Schneiden 180 mm breiter Tannenbreter die Wagenschiebung auf jeden Schnitt 28 bis 30 mm betrug. Eine amerikanische Sägemühle aber, welche in 300 bis 400 mm dickem Föhrenholze mit 80, ja gar 120 mm Vorschub bei jedem Schnitte arbeiten soll [1]), grenzt ans Fabelhafte.

Wird die Vorschiebung für einen Schnitt multiplizirt mit der Anzahl der Schnitte, welche die Säge in einer Stunde macht, und dann noch mit der Höhe und Dicke des Holzes, so ergiebt sich die Größe der geschnittenen Fläche für die Stunde ununterbrochener Arbeit. Um die Leistung einer Sägemühle in gegebener Zeit zu finden, muß man von den Arbeitsstunden etwa ein Viertel abrechnen, als soviel nämlich durch das Aufspannen und Rücken des Holzes, den Rücklauf des Wagens und das Schärfen (oder Auswechseln) der Säge verloren geht.

An einer mit Seitengatter ausgerüsteten Säge (Schwartensäge) mit gußeisernem Gestell wurden die folgenden Beobachtungen angestellt: Dicke des Sägenblattes 1,4 mm, Breite der Schnittfuge 4 mm, Zahntheilung 13,1 mm, Blattlänge 1,325 m, Hubhöhe des Gatters 338 mm, Gewicht des (hölzernen) Gatters 60 kg, Zahl der Sägenschnitte pro Minute 220, mittlere Geschwindigkeit des Blattes 2,479 m, Zuschiebung des Blockes pro Schnitt $z = 1$ bis 8 mm; größte (beobachtete) Leistung pro Stunde $F = 13{,}68$ □m Schnitt-

[1]) Deutsche Gewerbezeitung 1855, S. 456.

fläche in lufttrockenem Fichtenholz bei 142 mm Blockhöhe und 7,3 mm Zuschiebung pro Schnitt; hierbei Arbeitsverbrauch für den Leergang $N_0 = 0{,}83$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}93$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}87 \cdot 1{,}32 = 2{,}47$ □m, Gewicht derselben 2100 kg. Allgemein war für diese Säge der Arbeitsverbrauch nach der Formel

$$N = 0{,}83 + \left(\alpha + \frac{\beta}{z}\right) F \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin z die Zuschiebung pro Schnitt in Millimeter, F die faktische Schnittfläche pro Stunde in Quadratmeter, α und β Coefficienten bezeichnen, deren Werth

für Fichtenholz $\alpha = 0{,}046 \quad \beta = 0{,}330$
für Eichenholz $\alpha = 0{,}052 \quad \beta = 0{,}376.$

2) Die Bretsägemühlen mit mehreren (vertikalen) Sägeblättern in einem Gatter (Bundgatter) weichen, was ihre übrige Haupteinrichtung betrifft, wenig von denen mit einer einzigen Säge ab[1]). Man spannt in dem Gatter 2, 3, 4, 6 bis 18 Sägen neben einander auf, und läßt dieselben gleichzeitig auf den Sägeblock (oder auf zwei, auch drei verschiedene Blöcke, Bohlen) wirken, sodaß eine entsprechende Anzahl von Bretern mit einem Male entsteht. Die Entfernung der Sägen von einander läßt sich beliebig nach der gewünschten Dicke der Breter verändern. Der durch die Vermehrung der Sägen vergrößerte Widerstand erfordert einen besonders festen Bau aller Theile (am besten ein eisernes Gestell); eine gemäßigte Geschwindigkeit der Säge (gewöhnlich 1,6 bis 2,4 m in der Sekunde, nämlich 60 bis 140 Schnitte in einer Minute bei 500 bis 820 mm Hub) und des Wagens (Vorrückung bei jedem Schnitte 0,5 bis 2 mm bei hartem, bis zu 8 mm bei weichem Holze), wovon die Größe der Leistung jeder einzelnen Säge abhängt. Auch ist eine Vorrichtung sehr zweckmäßig, durch welche der an so vielen Punkten zugleich angegriffene Sägeblock zu schwingen oder zu zittern verhindert wird. Mehrere solche Sägemühlen haben zu diesem Zwecke sogenannte Blockhalter (butoirs), eiserne schwere Stäbe, die sich von oben in schräger Richtung (vor und hinter der Säge) auf den Block stützen und ihn niederhalten; bei anderen ist die Einrichtung getroffen, daß der Block von beiden Seiten her, an mehreren Punkten seiner Länge, durch etwas in denselben eindringende Eisen gehalten wird.

Ein Gatter mit zwei Sägen heißt Doppelgatter, ein solches mit zwei oder drei Sägen, welche in ebensovielen Blöcken schneiden, Saumgatter; die mit größerer Anzahl Sägen werden Bundgatter oder Vollgatter genannt. Die Vortheile, welche aus der Anbringung mehrerer Sägen in einem Gatter entspringen, sind einleuchtend: 1) Ungeachtet der viel größeren Leistung der Mühle ist doch die vorfallende Handarbeit nicht mehr als bei einem einzigen Sägeblatte in dem Gatter. — 2) Der Rücklauf, das Auflegen und Verschieben des Blockes nehmen, im Verhältniß zur geschnittenen Holzmenge, weniger Zeit in Anspruch. — 3) Es findet eine viel vortheilhaftere Benutzung der bewegenden Kraft statt; d. h. für gleiche Größe der letzteren ist die Arbeitsleistung der Maschine viel bedeutender. Ein Gatter mit einer Säge, welche 8 □m in der Stunde schneidet, erfordert an nutzbarer Wirkung des Wasserrades a) für den Leergang der Maschine etwa 3 Pferdestärken; b) zum Schneiden selbst ungefähr 2 Pferdestärken: im

[1]) Wiebe, Skizzenb., Heft 12, Taf. 5, 6. — Hütte 1857, Taf. 16 a bis g; 1862, Taf. 25 a, b; 1864, Taf. 34 d, e. — Portefeuille Cockerill, II., Pl. 150, 151. — Le Blanc, Recueil, II. Partie, Planches 9, 10, 11. — Bulletin d'Encouragement 1826, p. 252; 1827, p. 290; 1828, p. 275; 1834, p. 27, 30; 1862, p. 461. — Brevets 1844, T. 17, p. 153; T. 36, p. 162; T. 45, p. 45. — Armengaud, IX. 121; XIV. 93, 515. — Jobard, Bulletin, XXVI. 5; XLIII. 1. — Polyt. Journ., Bd. 22, S. 468; Bd. 26, S. 468; Bd. 166, S. 401; Bd. 176, S. 249; Bd. 182, S. 7. — Polyt. Centr. 1862, S. 1276; 1871, S. 876. — Zeitschr. d. Ing. 1863, S. 315; 1866, S. 521. — Kronauer, Maschinen, IV. Taf. 5. — C. L. Hoffmann, Sammlung der gebräuchlichsten Maschinen, 2. Heft, Berlin 1833. — C. Hartmann, Encyklopädisches Handbuch des Maschinen- und Fabrikenwesens, I. 448. — Atlas IV., Taf. 2, 3. — Mittheilungen 1871, S. 90. — Wiebe, Skizzenb. 1872, Heft 3, Bl. 3 u. 4.



Ganzen also 5 Pferdestärken. Dagegen verlangt ein Gatter mit 6 Sägen, von welchen jede stündlich 3 □m schneidet, a) für den Leergang der Maschine 3 Pfd., b) zum Schneiden $4\frac{1}{2}$ Pfd., zusammen $7\frac{1}{2}$ Pferdestärken, und liefert damit $6 \times 3 = 18$ □m. Eine Pferdestärke schneidet mithin im ersten Falle stündlich 1,6 □m, und im zweiten 2,4. Bis zu einer gewissen Grenze steigt die Leistung pro Pferdestärke mit der Zahl der im Gatter eingespannten Sägen, darüber hinaus nimmt sie wieder ab; eine Reihe von Versuchen mit derselben sehr guten Sägemühle, bei welcher die Hubhöhe 460 mm, die Anzahl der Schnitte pro Minute 200 bis 218 (also die Geschwindigkeit der Säge durchschnittlich 3,2 m), die Schnittbreite 1,9 bis 2,5 mm, die Vorrückung des Blockes von lufttrockenem Fichtenholze 1,0 bis 2,5 mm auf jeden Schnitt betrug, ergab in dieser Beziehung Folgendes:

Anzahl der Sägen im Gatter	Schnittfläche pro Stunde und pro Pferdestärke am Wasserrade
4	3,19 □m
6	4,90 „
11	5,21 „
12	6,62 „
15	4,98 „
18	3,78 „

Es scheint hiernach eine mittlere Zahl (von höchstens 12) Sägen in einem Gatter hinsichtlich der Kraftbenutzung am vortheilhaftesten zu sein. Leer gehend, d. h. ohne zu sägen, erforderte die gedachte Sägemühle durchschnittlich 2 Pferdestärken am Wasserrade; arbeitend und die vorangeführten Leistungen gebend aber:

mit 4 Sägen	6,87 Pferdestärken.	mit 12 Sägen	10,78 Pferdestärken.
„ 6 „	7,00 „	„ 15 „	10,29 „
„ 11 „	7,28 „	„ 18 „	13,85 „

4) Bei veränderlicher Wasserkraft ist es ein Vortheil, nach Umständen mehr oder weniger Sägeblätter einhängen zu können, weil man dadurch im Stande ist, jedes Mal die vortheilhafteste Geschwindigkeit hervorzubringen.

Nach den Versuchen des Herausgebers kann man bei Gattersägen für lufttrockenes Fichtenholz den Arbeitsverbrauch pro 1 □m Schnittfläche in der Stunde nach der Formel

$$\varepsilon = 0{,}046 + 0{,}224 \cdot \frac{H s}{z} \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin

H die Hubhöhe des Gatters in Meter
s die Schnittbreite in Millimeter
z die Zuschiebung des Blockes pro Schnitt in Millimeter

bedeutet; hat man z. B. $H = 0{,}5$ m, $s = 3$ mm, $z = 6$ mm, so folgt $\varepsilon = 0{,}103$ Pferdestärken.

Der totale Arbeitsverbrauch wird daher aus der zu beobachtenden Schnittfläche F pro Stunde und der Leergangsarbeit N_0 zu finden sein aus

$$N = N_0 + \varepsilon \cdot F \text{ Pferdestärken.}$$

Beispiel. Bei einer Gattersäge mit zwei Blättern sei $N_0 = 0{,}85$ Pferdestärken, $\varepsilon = 0{,}103$ und $F = 25$ □m, so folgt $N = 3{,}43$ Pferdestärken.

Zur Balancirung des Sägegatters (um dessen eigenes Gewicht beim Aufsteigen tragen zu helfen) hat man den Druck der atmosphärischen Luft gegen einen Kolben zu benutzen versucht. Letzterer befindet sich in einem oben geschlossenen, unten offenen Zylinder; seine nach unten stehende Stange ist mit dem oberen Ende des Gatters verbunden: beim Niedergange des letzteren entsteht also über dem Kolben Luftverdünnung, und nachher wirkt der äußere atmosphärische Gegendruck hebend [1]). — Hier kann auch der amerikanischen Erfindung, Mühlsägeblätter durch komprimirte Luft zu spannen, gedacht werden [2]).

Schließlich ist einiger ganz abweichender Methoden zur Bewegung der Mühlsägen zu gedenken. Dubourg beabsichtigte dem Sägegatter eine ähnliche oszillirende Bewegung

[1]) Polyt. Centr. 1851, S. 1296.
[2]) Polyt. Centr. 1855, S. 339. — Polyt. Journ., Bd. 135, S. 422. — Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 88.

zu geben, wie sie eine von Arbeitern gezogene Handsäge erhält [1]). Dies wird dadurch erreicht, daß das Gatter bei seinem Auf- und Niedergehen zugleich durch damit verbundene Hebel oder Lenker zu einer Bogenbewegung genöthigt ist. Eine gewöhnliche Mühlsäge wirkt während des ganzen Schnittes auf alle Theile in der Höhe des Sägeblockes. Dadurch geschieht es oft, daß die Zwischenräume zwischen den Zähnen mit Sägespänen angefüllt sind, bevor sie an eine Stelle gelangen, wo sie sich ausleeren können, und daß dem zufolge der Gang der Säge erschwert wird. Dubourg's Sägegatter ist immer in schiefer Stellung (nach der Schnittseite hin überhängend); aber dessen Abweichung von der Vertikalen wechselt, in den verschiedenen Punkten der Hubhöhe, zwischen 10 und 17 Grad. In der höchsten Stellung macht es einen Winkel von 10°, auf dem halben Wege einen Winkel von $10^3/_4$°, auf dem tiefsten Standpunkte einen Winkel von 17°. Hieraus ergiebt sich, daß im Anfange des Niederganges die Säge bloß auf den untersten Theil des Holzes wirkt und dann nach und nach die Wirkung nach oben fortschreitet, wogegen nun von den zuerst durchschnittenen Theilen die Säge sich zurückzieht, wodurch die Späne freieren Ausgang nach unten gewinnen. Das Prinzip ist gewiß sachgemäß; aber der komplizirte Bewegungs-Mechanismus läßt Wandelbarkeit befürchten. — Yule bringt das Gatter am Ende eines langen horizontalen Hebels an, dessen zweites Ende um eine Achse so drehbar ist, daß das Gatter beim Auf- und Absteigen einen aus jener Achse beschriebenen Bogen durchläuft; die Zahnkante der Sägen muß dabei nach eben diesem Bogen geformt sein [2]). — Prudhomme [3]) giebt dem Sägegatter eine derartig oszillirende Bewegung, daß es beim Niedergange (während des Schneidens) gegen das Holz vortritt, beim Aufsteigen aber sich zurückzieht, um den nun unthätigen Sägen eine freiere Bewegung in der Schnittfurche zu gewähren. — Am einfachsten läßt sich eine Bogenführung des Gatters durch zwei Paar Prismenführungen erreichen, von denen das eine mit dem andern einen stumpfen Winkel bildet [4]).

3) Bei Schneidmühlen mit Vertikalsägen sind die nothwendige große Höhe des Baues (wodurch die Unerschütterlichkeit beeinträchtigt wird) und der Einfluß des Sägegatter-Gewichtes (welches beim Niedergange fördernd, beim Aufsteigen widerstehend wirkt) fühlbare Uebelstände, welche vermieden werden, wenn man das Sägegatter horizontal legt. Um hierbei die horizontale Lage und Bewegung des Holzes beibehalten zu können, ist die Säge so eingespannt, daß deren Fläche in einer horizontalen Ebene sich befindet. Man muß sich alsdann auf ein einziges Sägeblatt beschränken, kann aber diesem eine große Geschwindigkeit ertheilen und giebt ihm eine Zahnung, vermöge welcher es im Hin- wie im Hergange schneidet (S. 653, d). Derartige Sägemaschinen (mit **Horizontalgatter**) [5]) sind neuerlich ziemlich verbreitet und werden sowohl zum Schneiden der Breter aus Blöcken, wie als **Trennsägen**, d. h. zum Zertheilen (**Trennen**) der Bohlen in dünne Breter, angewendet; im letzteren Falle geschieht das Vorführen des Holzes durch horizontale Walzenpaare ohne Wagen.

Man macht die Länge des Zuges = 520 bis 680 mm, läßt in 1 Minute 150 bis 300 Doppelzüge, also 300 bis 600 Schnitte geschehen (Geschwindigkeit der Säge 3,4 bis 5,5 m auf 1 Sekunde) und das Holz zu jedem Schnitte um 1 bis 6,5 mm vorrücken.

4) **Kreissägen** (scie circulaire, *circular saw*) [6]). — Die Säge ist hier eine kreisrunde, dünne stählerne Scheibe, welche sich um eine horizontale, durch ihren

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XXXI. (1832), p. 402. — Polyt. Journ., Bd. 48, S. 111.
[2]) Polyt. Centr. 1853, S. 835.
[3]) Brevets 1844, T. 34. p. 5.
[4]) Mittheilungen 1868, S. 76.
[5]) Hütte 1855, Taf. 11; 1865, Taf. 24; 1867, Taf. 27. — Wiebe, Skizzenb., Heft 12, Taf. 3, 4; 1869, Heft 4, Bl. 1 u. 2. — Zeitschr. d. Ing. 1863, S. 145, 535. — Schweiz Z. 1863, S. 112.
[6]) Wiebe, Skizzenb., Heft 12, Taf 1; 1869, Heft 4, Bl. 3; 1870, Heft 3, Bl. 2. — Hütte 1863, Taf. 35; 1864, Taf. 34 e. — Christian, Mécanique, III. 360. Langsdorf, System der Maschinenkunde, II. 541. — Bulletin d'Encouragement, XXXI. (1832), p. 75; XXXIII. (1834), p. 94. — Le Blanc, Recueil, V. Partie,

Mittelpunkt gehende Achse dreht, und an ihrem Umkreise mit Zähnen versehen ist. Das Holz wird auf einer horizontalen Bahn mit den Händen gegen die Säge vorgeschoben, oder liegt auf einem durch Mechanismus bewegten Wagen, ähnlich dem Klotzwagen bei Sägemühlen mit geraden Sägen. Da die Säge ununterbrochen schneidet, so muß auch die Bewegung des Holzes eine stetige sein. Man kann z. B. an der Sägenachse ein Kegelrad anbringen, von welchem ein zweites Kegelrad umgedreht wird. Die Welle des letzteren trägt dann eine Schraube ohne Ende, die ein Rad mit horizontaler Achse in Bewegung setzt; an dieser Achse, die zu jener der Säge parallel ist, befindet sich ein Getriebe, welches in die Zahnstange des Wagens eingreift. Die Verschiebung des Wagens der Breite nach (wodurch sich die Dicke der geschnittenen Breter bestimmt) kann durch zwei oder drei Schrauben geschehen, die von einem Punkte aus mittelst einer Kurbel gleichzeitig umgedreht werden. — Dem Kreissägeblatte giebt man nach Erforderniß von 300 mm bis zu 1 m, ja 2 m und noch etwas mehr Durchmesser; dessen Zähne sind, sofern der Durchmesser über 600 mm beträgt, gewöhnlich sogenannte Wolfszähne und geschränkt (S. 653). Die Zahntheilung (Entfernung von Zahnspitze zu Zahnspitze) ist meist zwischen 1/30 und 1/20 des Sägendurchmessers, steigt zuweilen bis 1/60 herab, erhebt sich aber öfter auf 1/15 und sogar 1/8 jenes Durchmessers, sodaß sie überhaupt zwischen 10 und 225 mm schwankt: so beträchtliche Verschiedenheiten kommen hierin vor, weil einerseits zum Schneiden in hartem Holz kleinere Zähne erforderlich sind als für weiches Holz, und andererseits eine Säge mit größerer Umfangsgeschwindigkeit eine verminderte Zähnezahl auf gleichem Raume ihres Umkreises zuläßt, wodurch der Vortheil größerer Zahnlücken und eines freieren Abganges der Sägespäne entsteht. Daß im Allgemeinen den größeren Sägen die größeren Zähne gegeben werden, ist selbstverständlich. Ein Kreissägeblatt von 600 bis 900 mm Durchmesser erfordert eine Dicke von 2 bis 2,5 mm und macht dann, zufolge der Schränkung seiner Zähne, einen 3 bis 4 mm breiten Schnitt (S. 653). Um ein Blatt von so bedeutender Fläche und so geringer Dicke beim Umlauf in unveränderlicher Ebene zu erhalten, sind Rollen oder abgerundete Backen nöthig, deren enger Zwischenraum gerade der Sägendicke angepaßt ist, und zwischen welchen das Blatt nahe vor dem Eintrittspunkte in das Holz durchgeht, um richtig in den Schnitt geleitet zu werden.

Genauere Bestimmungen über die nöthige Dicke der Kreissägen:

Durchmesser	Dicke
0,20 bis 0,30 Meter	1,0 Millimeter
0,30 „ 0,40 „	1,5 „
0,40 „ 0,50 „	2,0 „
0,50 „ 0,60 „	2,5 „
0,60 „ 0,80 „	3,0 „
1,00 „ 1,20 „	3,5 „

Die Geschwindigkeit auf der Peripherie der Kreissäge (welche durch eine an ihrer Achse befindliche Riemenscheibe in Umlauf gesetzt wird) kann bei Holz von 220 bis 350 mm Dicke, 5,5 bis 11 m in der Sekunde betragen, bei dünnerem aber bis zu 15 oder 18 m gesteigert werden; nach anderen Angaben wären 15 m für harte oder sehr knotige Hölzer, 20 m für Eichenholz mittlerer Härte und 25 bis 40 m bei weichen Holzarten zulässig. Beim Querabschneiden von Hölzern darf die Umfangsgeschwindigkeit der Säge äußersten Falls 25 m erreichen. Die Vorrückung des Holzes gegen die Säge darf für gewöhnlich auf 1/500 bis 1/300 der Sägenumfangs-Geschwindigkeit angeordnet werden, kann aber bei weichem Holze bis 1/20 (zum Querabschneiden 1/35) allenfalls gesteigert werden.

Planche 38. — Brevets, XIV. 172. — Génie ind., T. 25, p. 281. — Armengaud, XVI. 127, 130. — Mittheilungen, Lief. 29 (1842), S. 129. — Polyt. Journ., Bd. 48, S. 415; Bd. 87, S. 193; Bd. 134, S. 15; Bd. 191, S. 110; Bd. 196, S. 419; Bd. 206, S. 99. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1849, S. 137. — Polyt. Centr. 1858, S. 1328; 1869, S. 375. — Atlas IV, Taf. 4, 7.

An einer Kreissäge von mittlerer Größe wurde beobachtet: Dicke des Sägeblattes 3,05 mm, Breite der Schnittfuge 5,50 mm, Zahntheilung 39,6 mm, Durchmesser des Blattes 870 mm, Umdrehungszahl desselben 850 pro Minute, daher Umfangsgeschwindigkeit der Säge 38,72 m pro Sekunde, Zuschiebung des Blockes (von Hand) 20 bis 65 mm pro Sekunde, größte (beobachtete) Leistung pro Stunde F = 30 □m Schnittfläche in trockenem Fichtenholz parallel dem Faserlauf bei 182 mm Schnitthöhe, 45 mm Zuschiebung pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}18$ Pferdest., im Arbeitsgang N = 5,64 Pferdest.; Raumbedarf 2,1 . 1,2 = 2,52 □m, Gewicht der Maschine 650 kg. Allgemein war für diese Kreissäge zu setzen der Arbeitsverbrauch

$$N = 1{,}18 + \varepsilon \,.\, F \text{ Pferdestärken,}$$

worin F die faktische Schnittfläche pro Stunde in Quadratmeter bezeichnet und der spezifische Arbeitswerth ε einen der folgenden Werthe hat:

Für Erlenholz ε = 0,161
„ Fichtenholz ε = 0,180
„ Eschenholz ε = 0,336;

hierbei ist vorausgesetzt, daß die Zuschiebung des Blockes mit mäßigem von Hand auszuübendem Druck erfolgt.

Nach diesen und anderweiten Versuchen kann man annehmen, daß im Durchschnitt auf eine Pferdestärke Nutzarbeit und pro Stunde zu rechnen ist ein Quantum zerspanten Holzes von

v = 0,014 cbm bei harten Hölzern (Esche, Eiche ꝛc.)
v = 0,028 „ bei weichen Hölzern (Fichte, Erle ꝛc.),

daher für eine Kreissäge, die einen Schnitt von s mm Breite herstellt und stündlich F □m Schnittfläche erzeugt, die Nutzarbeit zu berechnen ist aus

$$N_1 = \frac{s \,.\, F}{1000 \,.\, v} \text{ Pferdestärken.}$$

Die Leergangsarbeit kann allgemein

$$N_0 = \frac{U \,.\, D}{8 \,.\, 10^5} \text{ Pferdestärken}$$

gesetzt werden, worin U die minutliche Tourenzahl der Säge, D den Sägeblattdurchmesser in Millim. bedeutet.

Beispiel. U = 480, D = 610 mm, giebt $N_0 = 0{,}366$ Pferdest.; s = 4 mm, F = 15 □m, giebt $N_1 = 2{,}143$ Pferdest. für weiche, $N_1 = 4{,}286$ Pferdest. für harte Hölzer, daher der totale Arbeitsverbrauch beziehentlich N = 2,509 und N = 4,652 Pferdestärken.

Begreiflich kann die Kreissäge höchstens nur solches Holz durchschneiden, dessen Dicke etwas kleiner als ihr Halbmesser (höchstens 0,8 des Halbmessers) ist, weil das Holz über der Sägenachse weggehen muß und auf der Achse das Blatt zwischen zwei eisernen Scheiben gehalten wird, denen man ein Sechstel des Sägendurchmessers zum Durchmesser giebt. Eine Säge von 1,75 m Durchmesser, wie sie demnach zum Schneiden von 600 bis 700 mm breiten Dielen erfordert wird, ist schon schwierig zu verfertigen und theuer. Man hat deshalb, um dickeres Holz zu durchschneiden, zuweilen zwei kleinere Sägen angewendet, von denen jede etwas mehr als die Hälfte der Dicke schneidet (die eine von oben, die andere von unten her), wobei es sich von selbst versteht, daß die beiden Sägen, um sich nicht gegenseitig im Wege zu sein, nicht gerade über einander angebracht werden[1]).

Zum Durchschneiden dünner Hölzer bringt man öfters mehrere kleine Kreissägen in geeigneten Abständen von einander auf derselben Welle an[2]). — Zwei auf derselben Welle montirte Kreissägen, deren Abstand verstellbar ist (doppelte Kreis-Saumsägen), können mit Vortheil zum Bretersäumen verwendet werden.

Eine eigenthümliche Abänderung der Kreissäge ist von Eastman in Nordamerika erfunden und angewendet worden[3]). Statt nämlich auf dem ganzen Umkreise gezahnt zu sein, enthält diese Säge nur an vier gleich weit von einander entfernten Punkten Zähne, und zwar an jedem Punkte zwei, die in das glattrandige scheibenförmige Blatt eingesetzt sind; die Umdrehung ist dagegen sehr schnell (1000 bis 1200 Umläufe in der

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, LIII. (1854), p. 521. — Jobard, Bulletin, XXVI. 261. — Polyt. Centr. 1855, S. 10.
[2]) Brevets, XLIII. 207, 370.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 10, S. 155.

Minute, bei etwa 600 mm Durchmesser). Der Sägeblock wird in der Richtung von lauter Halbmessern, also überall dem Laufe der Spiegel nach, eingeschnitten. Hierdurch wird Böttcherholz und kleines Bauholz erhalten, welches dem Schwinden und Werfen wenig unterliegt (s. S. 624). — Auch das Einsetzen besonderer Zähne in größerer Zahl (zum Zwecke schneller Erneuerung nach eingetretener Abstumpfung) ist bei Kreissägen neuerdings in Gebrauch gekommen [1]).

Da die Kreissägen — deren wesentlicher Vorzug in schneller Arbeit besteht — durch ihre beschränkte Größe sich mehr zum Schneiden des dünnen als des dicken Holzes eignen, so wendet man sie oft an, um die mit geraden Sägen geschnittenen Bohlen und Breter an den Rändern gerade zu beschneiden (zu säumen, S. 649) oder in Stollen und Latten zu zertheilen. Um unmittelbar aus dickem Holze Latten zu erhalten, hat man versucht, vertikale mit horizontalen (oder schräg liegenden) Zirkelsägen in einer Maschine zu verbinden. Erstere schneiden den Sägeblock senkrecht durch zu Bretern, und letztere zertheilen die Breter sogleich in Latten [2]). — Ausnahmsweise kommt es vor, daß die Kreissäge auf stehender Achse angebracht ist, folglich in horizontaler Ebene liegt; eine Säge dieser Art ist sehr bequem um Falze (durch zwei successive, unter rechtem Winkel zusammenstoßende Schnitte) zu bilden [3]).

5) Sägemaschinen mit Säge ohne Ende (Bandsäge, scierie à lame sans fin, scie sans fin, scie rotative, *endless saw*, *belt saw*, *strap saw*). — Wenn man die Enden eines dünnen und folglich sehr biegsamen geraden Sägeblattes von beträchtlicher Länge an einander fügt, sodaß es die Gestalt eines Bandes ohne Ende erhält, so liegt die Möglichkeit vor, dasselbe in der Art über zwei Scheiben zu spannen und durch Umdrehung der letzteren in Zirkulation zu setzen, wie mit den Treibriemen bei Maschinen geschieht. Zwischen den erwähnten Scheiben wird dann die Säge an zwei Stellen dargebotene Holzstücke ein- oder durchschneiden können, nämlich — sofern die Scheiben über einander liegen — an der einen Stelle durch absteigende, an der andern durch aufsteigende Bewegung; man läßt jedoch regelmäßig nur den niedergehenden Zweig arbeiten. Mit der Kreissäge hat diese Vorrichtung den Vortheil der ununterbrochenen Wirkung (ohne den nutzlosen Rückgang einer gewöhnlichen geraden Säge) gemein; dabei ist sie zum Sägen der dicksten Hölzer brauchbar. Diese Art von Sägemaschine wurde schon vor längerer Zeit vorgeschlagen [4]), aber erst neuerlich mit vielen Verbesserungen und praktischem Erfolge ausgeführt [5]), wiewohl man den Nachtheil des oftmaligen Zerbrechens der Säge nicht zu beseitigen im Stande ist. Das endlose Sägeblatt wird im Ganzen (ohne Zusammenfügung) durch Auswalzen eines stählernen Ringes dargestellt, mißt (zum Breterschneiden) 6 bis 9 m in der Gesammtlänge und 85 bis 100 mm in der Breite. Die zwei (gußeisernen, auch hölzernen) Scheiben oder Rollen, über welche die Säge gespannt ist, haben 1,2 bis 1,4 m Durchmesser und sind rundum zuweilen mit Kork oder Leder bekleidet, um dem Rutschen des Sägeblattes auf ihren Umkreisen vorzubeugen. Die untere Scheibe wird durch Dampfkraft umgedreht und setzt die Säge in Bewegung, welche letztere ihrerseits die obere Scheibe zur Umdrehung nöthigt. Neuerdings hat man auch drei Scheiben zur Führung des Blattes verwendet, von denen zwei vertikal übereinander

---

1) Deutsche Ind. Ztg. 1867, S. 343, 403; 1873, S. 484. — Polyt. Centr. 1873, S. 1468.
2) Brevets, XII. 236. — Polyt. Journ., Bd. 22, S. 295.
3) Wiebe, Skizzenb., Heft 12, Taf. 2.
4) Borgnis, III. 53.
5) Armengaud, V. 138; XV. 245. — Bulletin d'Encouragement 1855, p. 74. — Hütte 1858, Taf. 21. — Wiebe, Skizzenb., Heft 7, Taf. 3 — Génie ind., T. 24, p. 281. — Jobard, Bulletin, XXVII. 145. — Kronauer, Maschinen, II. Tafel 42, 43. — Brevets, T. 89, p. 491. — Brevets 1844, T. 7, p. 229; T. 9, p. 84. — Polyt. Centr. 1847, S. 811; 1857, S. 1127; 1859, S. 1206; 1861, S. 985; 1862, S. 1274; 1869, S. 769; 1872, S. 505. — Polyt. Journ., Bd. 137, S. 250; Bd. 153, S. 90; Bd. 161, S. 13; Bd. 165, S. 98; Bd. 168, S. 251; Bd. 187, S. 131; Bd. 195, S. 412. — Berliner Verhandlungen 1859, S. 171. — Deutsche Gewerbezeitung 1863, S. 16. — Atlas IV., Taf. 8. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 4, Bl. 4.

liegen, die dritte seitwärts angeordnet ist und die Drehungsbewegung zunächst empfängt; die Bandsäge erhält so eine größere Ausladung und es lassen sich krummlinige Schnitte in Arbeitstücken von beträchtlicher Größe leichter herstellen[1]).

Man hat es zulässig und zweckmäßig gefunden, der Säge eine sehr große Geschwindigkeit zu geben; die Scheiben machen nämlich bei oben genannter Größe 160 bis 180 Umläufe in einer Minute, wonach die Säge eine Bewegung von durchschnittlich 11,5 m in der Sekunde vollbringt. Die Vorschiebung des Holzes mit dem Klotzwagen kann beim Sägen von 220 mm hohen Tannenholzblöcken mit einer Geschwindigkeit geschehen, welche $^1/_{250}$ von jener der Säge, also in der Sekunde etwa 46 mm beträgt. Dies ergiebt, für die genannte Dicke des Holzes, eine Schnittfläche von 0,6 □m in 1 Minute oder 36 □m stündlich, wofür man wegen der Unterbrechungen 30 □m setzen kann. — Wenn die Bandsäge zum Schneiden von Schweifungen angewendet wird, das Blatt also schmal und mit feinen Zähnen versehen ist, so kann die Geschwindigkeit bis auf 25 m pr. Sekunde gesteigert werden; doch geht man gewöhnlich nicht über 8 bis 12 m hinaus. Das vorgelegte Holz wird hierbei mit den Händen vorgeschoben und nach Anweisung einer darauf gemachten Vorzeichnung gewendet, und es hängt dessen Geschwindigkeit sehr von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Diese Anwendung der Bandsäge (zum Zuschneiden geschweifter Holzbestandtheile für Möbel ꝛc.) hat weit mehr Eingang gefunden als ihre Benutzung zum Breterschneiden. Für ein nicht über 25 mm breites Blatt giebt man den Scheiben zweckmäßig 700 mm Durchmesser und legt dieselben in 1,4 bis 1,6 m Abstand von Achse zu Achse, woraus die nöthige Gesammtlänge der Säge = 5 bis 5,4 m folgt. Wenn — was häufig genug eintritt — die Säge bricht, so löthet man die Enden, auf 15 bis 18 mm weit über einander gelegt, mit Kupfer oder Silberschlagloth wieder zusammen (wobei die Erhitzung durch Anfassen der Löthstelle mit einer stark glühend gemachten Zange geschieht) und feilt die gedoppelte Stelle entsprechend ab. Daß in Folge der Verkürzung des Sägeblattes die Scheiben einander entsprechend genähert werden, versteht sich von selbst. Um die Störung zu beseitigen, welche das Brechen des Sägeblattes herbeiführt, hat man dasselbe aus vielen einzelnen hakenförmig gestalteten Theilen zusammengesetzt. Bei eintretendem Bruch kann ein neues Glied in einigen Minuten eingesetzt werden[2]).

An einer Bandsäge von mittlerer Größe wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Dicke des Sägeblattes 1,5 mm, Breite der Schnittfuge 1,7 mm, Zahntheilung 9 mm, Durchmesser der Sägeblattscheiben 855 mm, minutliche Tourenzahl derselben 150, Schnittgeschwindigkeit 6,71 m pro Sekunde, größte (beobachtete) stündliche Leistung F = 7,70 □m Schnittfläche in trockenem Eichenholz bei 240 mm Blockhöhe und 8,8 mm Zuschiebung pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}19$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}98$ Pferdest.; Raumbedarf 1,75 . 1,30 = 2,28 □m, Gewicht der Maschine 1000 kg.

Allgemein kann für Bandsägen (von der Leergangsarbeit abgesehen) gesetzt werden der Arbeitsverbrauch pro 1 □m Schnittfläche in der Stunde bei Fichtenholz:

$$\varepsilon = 0{,}037 + \frac{326 \,.\, s}{10^7 \,.\, \zeta} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Eichenholz:

$$\varepsilon = 0{,}052 + \frac{412 \,.\, s}{10^7 \,.\, \zeta} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Rothbuchenholz:

$$\varepsilon = 0{,}062 + \frac{485 \,.\, s}{10^7 \,.\, \zeta} \text{ Pferdestärken,}$$

in welchen Ausdrücken

s die Schnittbreite in Millimetern,

ζ die relative Zuschiebung, d. h. den Quotient aus Geschwindigkeit der Zuschiebung und Geschwindigkeit der Säge bedeutet. Wenn also z. B. $s = 2$ mm, $\zeta = \frac{1}{300}$ ist, so folgt der Arbeitsverbrauch pro 1 □m Schnittfläche in der Stunde (spezifischer Arbeitswerth)

bei Fichtenholz:	Eichenholz:	Rothbuchenholz:
0,057	0,077	0,091 Pferdestärken.

[1]) Schweiz. Ztschr. 1870, S. 51.

[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 104.

b) Sägemaschinen zu anderen dicken Schnitthölzern. — Zu verschiedenen Zurichtungen des Werkholzes für besondere Zwecke werden Sägemaschinen nicht selten angewendet, zum Theil mit ganz eigenthümlichen Einrichtungen. Wir erwähnen als die vorzüglichsten:

1) Eine Maschine mit einem vertikalen Sägeblatte, zum Zuschneiden kleiner Holzbestandtheile in Modellwerkstätten ꝛc., wobei das Holz mit der Hand auf einem Tische regiert, die Säge aber durch Dampfkraft bewegt wird [1]).

2) Rundsägemaschinen (scie à chantourner) [2]) zur Hervorbringung von Kreis- oder Kreisbogen-Schnitten, um z. B. geschweifte Bürstenhölzer, krummes Schiffbauholz, Felgenstücke zu Wagenrädern, Faßböden u. s. w. auszusägen. Das Wesentliche davon ist eine gerade schmale Säge (oder ein Gatter mit zwei solchen Sägen, wenn die konvexe und konkave Krümmung einer Felge zugleich geschnitten werden); allein statt des gewöhnlichen Wagens ist zum Auflegen der zu verarbeitenden Bohlenstücke ꝛc. eine horizontale, im Kreise sich drehende Vorrichtung angebracht, sodaß sich das Holz in der entsprechenden Bogenlinie gegen die Säge bewegen oder auch gänzlich um seinen Mittelpunkt drehen kann.

3) Eine Sägemaschine mit gerader vertikaler Säge zum Schneiden windschiefer Flächen, vorzüglich Schiffsrippen, bei welcher der Holzblock während des Schnittes um seine (horizontale) Längenachse langsam gedreht wird [3]).

4) Die Bandsäge (Säge ohne Ende) zum Schneiden krummer und geschweifter Arbeitstücke; s. oben, S. 660.

5) Eine Maschine zum Zuschneiden der Radspeichen; aus mehreren nach einander anzuwendenden Kreissägen bestehend [4]).

6) Eine Maschine, um die bogenförmigen Seiten der Faßdauben zu schneiden. Sie enthält eine grade Säge oder eine Kreissäge, welcher das Holz in einer Bogenlinie zugeführt wird. — Verwandte Anordnungen giebt es für andere krumme Schnitthölzer [5]).

7) Verschiedene Maschinen zum Querdurchschneiden von Baumstämmen, Balken ꝛc., wobei das Holz festliegt und dagegen die Säge ihren Ort verändert in dem Maße wie sie weiter eindringt; theils mit geradem Blatte [6]), theils mit Kreissäge [7]) oder mit zwei Kreissägen, eine von oben und eine von unten einschneidend (vergl. S. 659) [8]).

8) Maschinen um beim Wasserbau eingerammte Pfähle unter Wasser quer abzuschneiden (receper, recepage); theils mit geradem Sägeblatte [9]), theils mit einer Kreissäge [10]) arbeitend.

9) Die Rundschneidmaschine mit Kronsäge (Zylindersäge, scie cylindrique, *crown-saw*, *cylindrical saw*, *annular saw*, *curvilinear saw*, *drum saw*, *washing-tub saw*), d. h. mit einem zirkelrund nach Art eines Reifes oder kurzen Zylinders gebogenen Sägeblatte, dessen Zähne an der einen Kante dieses

---

1) Kronauer, Maschinen, III. Taf. 7.

2) Bulletin d'Encouragement, XXII. (1823), p. 57; XXIII. (1824), p. 71; XXXII. (1833), p. 7. — Brevets, XXXIX. 410. — Polyt. Journ., Bd. 15, S. 13. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1842, S. 39.

3) Deutsche Gewerbezeitung 1848, S. 4. — Polyt. Centr. 1856, S. 916.

4) Bulletin d'Encouragement, XXXII. (1833), p. 329.

5) Brevets 1844, V. 163; VIII. 41.

6) Polyt. Centr. 1856, S. 469. — Génie ind., T. 25, p. 325. — Jobard, Bulletin, T. 32, p. 10; T. 43, p. 301.

7) Hartmann, Encyklopädisches Handbuch des Maschinen- und Fabrikwesens, I. 471. — Génie ind., T. 27, p. 98. — Polyt. Centr. 1856, S. 468; 1858, S. 730.

8) Génie ind., T. 25, p. 206. — Polyt. Centr. 1862, S. 1277. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 248.

9) Polyt. Journ., Bd. 92, S. 81. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1844, S. 710.

10) Le Blanc, Recueil, III. Pl. 59.

Reifes stehen (daher die Aehnlichkeit mit einer vielzackigen Krone, wonach der Name gebildet ist). Die Drehung einer solchen Säge erfolgt um eine Achse, die parallel zu der Wandfläche des Reifes durch dessen Mittelpunkt geht; das zu zerschneidende Holz wird in der Richtung der Sägenachse gegen den Zahnkreis der Säge heranbewegt, von welchem in jedem Augenblick nur ein höchstens das Viertel der Peripherie betragender Theil in Wirkung ist. Für jeden andern Krümmungshalbmesser des so erzeugten Bogenschnittes muß begreiflicher Weise eine andere Säge (von dem entsprechenden Durchmesser) angewendet werden. Die Achsendrehung der Säge kann, sofern ein sehr tiefer (langer) Schnitt gemacht werden soll, also der zu schneidende Balken rc. durch ihre Oeffnung fortschreiten muß, nur eine alternirende in der Weise sein, daß im Hingange wie im Rückgange weniger als ein halber Kreislauf beschrieben wird[1]). Handelt es sich dagegen um das Ausschneiden von Scheiben oder Zylindersegmenten, deren Dicke (Länge) geringer ist als die Tiefe des Sägenkranzes, folglich ganz in letzteren eintreten kann, so ist die Drehung eine kontinuirliche; nach dieser Art sind Sägen bis zu 1,5^{m} Durchmesser und 500^{mm} Tiefe konstruirt worden, indem bei den größten Exemplaren der Ring aus drei oder vier gehörig gebogenen Stahlblechtafeln zusammengesetzt wurde[2]).

c) **Furnürschneidmaschinen** (**scie à placage**, *veneer cutting saw*, *veneer mill*). — Da zu Furnüren fast ausschließlich die schönen und theuren Hölzer (Mahagoni, Jakaranda, Nußbaum, Kirschbaum, Ahorn, Eschen rc.), seltener Eichenholz u. dgl. angewendet werden, so giebt man denselben gern eine so geringe Dicke, als die Forderung der Haltbarkeit nur immer gestatten will. Hierzu wird man ferner auch durch den Umstand genöthigt, daß zur Herstellung großer furnirter Tischlerarbeiten, um den Bedingungen der Symmetrie zu genügen, eine mehrmalige Wiederholung der Zeichnungen oder Figuren des Holzes erfordert wird; denn da gewöhnlich schon in geringen Abständen innerhalb der Dicke einer Bohle die Zeichnung sich bedeutend ändert, so kann jener Zweck nur dann erreicht werden, wenn man die nöthige Anzahl von Blättern aus einem möglichst kleinen Theile der Holzdicke entnimmt, also die Blätter selbst sehr dünn macht. Man pflegt die Dicke der Furnüre dadurch auszudrücken, daß man angiebt, wie viele derselben aus einem gewissen Theile, z. B. einem Centimeter oder 25^{mm}, der rohen Holzdicke geschnitten sind (was keineswegs einerlei ist mit der Anzahl der Furnüre, die zusammen dieses Dickenmaß haben, weil die Dicke des Sägenschnittes, welcher nur Späne erzeugt, mit in Rechnung gebracht werden muß). Gewöhnliche, etwas starke Furnüre schneidet man 8 bis 10 aus 25^{mm}, wobei die Dicke eines einzelnen Blattes etwa zu 1$^{1}/_{4}$ bis 1$^{1}/_{2}$^{mm} ausfällt, da man die Hälfte als Abfall durch Späne rechnen kann; mit den besten Maschinen bringt man es wohl bis zu 16 oder 18. Das Furnürsägen unterliegt weit mehr Schwierigkeiten, als das Sägen der Dielen, weil bei der geringen Dicke der Blätter, und bei der meist krummfaserigen und verwachsenen Beschaffenheit gerade des schönsten Furnürholzes, sehr leicht Brüche erfolgen oder gar Theile herausfallen und Löcher entstehen, die nur unvollkommen durch Verkitten oder Verleimen versteckt werden können. Um solche Beschädigungen so viel möglich zu vermeiden, muß die Säge nicht zu grobe und nur sehr wenig geschränkte Zähne besitzen, auch die größte Sorge dafür getragen werden, daß ihre Bewegung unwandelbar in einer und derselben Ebene stattfindet. Sehr geringe Dicke der Säge ist eine schon durch die Oekonomie gebotene Nothwendigkeit. Die Bohlen, aus welchen man Furnüre schneidet, sind von verschiedenen Dimensionen, da oft nur ein kleiner Theil eines Baumstammes die erforderliche Schönheit der Zeichnung darbietet: ihre Länge beträgt 1,5 bis 2,5^{m} und mehr; ihre Breite 200 bis 600 oder selbst gegen 900^{mm}. Beim Zersägen wird die Bohle auf eine andere von gemeinem Holze mit der einen breiten Fläche festgeleimt, theils damit

[1]) Polyt. Journ., Bd. 100, S. 444. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 19 (1846), S. 41. — Jobard, Bulletin, X. 34.
[2]) Holtzapffel, II. 802.

man sie bis auf den letzten Rest aufarbeiten kann, ohne dabei durch die zur Befestigung nöthige Vorrichtung gehindert zu sein; theils um dem Werfen vorzubeugen, welches sonst leicht eintreten würde, wenn die inneren, weniger ausgetrockneten Theile entblößt werden, und die Arbeit (z. B. nur über Nacht) unterbrochen wird.

Für den kleinen Bedarf werden nicht selten Furnüre aus freier Hand mit einer großen, von zwei Arbeitern bewegten Säge (der sog. Klobsäge, wovon später) geschnitten. Dabei fallen fast nie mehr als 8 Blätter aus 25mm. — Die Furnürschneidmaschinen enthalten nie mehr als ein einziges Sägeblatt, dieses aber ist entweder ein gerades oder ein kreisförmiges. Die geraden Furnürsägen bewegen sich entweder vertikal oder horizontal. Im ersteren Falle ist die Maschine im Wesentlichen genau wie eine Bretsägemühle gebaut, jedoch mit der äußersten Sorgfalt und Genauigkeit in allen ihren Theilen ausgeführt.

Lefevre[1]) hat das Sägegatter hinterhalb an zwei Hebelarmen aufgehangen, welche bei dessen Auf- und Niedergang in einer Vertikalebene oszilliren. Die Drehungspunkte der Arme liegen in einer senkrechten Linie, aber in geringerer Entfernung von einander, als die Enden des Gatters, mit welchem die Hebelarme verbunden sind. Steht die Säge oben, so ist der untere Arm fast horizontal, der obere über die Horizontale aufgehoben; das Umgekehrte findet beim tiefsten Stande der Säge statt; bei einem mittleren Stande sind beide Arme schief, der obere vom Drehungspunkte aus aufwärts, der untere abwärts. Hierdurch kommt es, daß die Schnittlinie eine Krumme wird, deren Konvexität der Säge zugekehrt ist; da das Sägeblatt gerade ist, so berührt es die Schnittlinie in jedem Augenblicke nur auf einer kurzen Stelle, wodurch das Ausfallen der Späne sehr erleichtert wird und niemals ein Klemmen stattfinden kann. Einfacher, mit Weglassung der Hebel, hat der Erfinder denselben Zweck dadurch erreicht, daß er das Sägegatter in krummen Falzen auf und nieder gehen ließ.

Man hat gegenwärtig die Maschinen mit vertikalen Sägen allgemein verlassen und dagegen horizontale Sägen eingeführt, die einen festeren Bau und eine sanftere Bewegung selbst bei erhöhter Geschwindigkeit gestatten. Die horizontale Furnürsäge nach der von Cochot in Paris erfundenen und seither von Anderen verbesserten Einrichtung[2]) wird von einer Dampfmaschine (viel weniger zweckmäßig durch Pferde- oder Wasserkraft, die niemals eine so gleichförmige Bewegung geben) getrieben. Das Sägegatter wird in Falzen auf seiner horizontalen Unterlage durch die Zugstange einer Kurbel hin und her geführt. Das Sägeblatt befindet sich in einer vertikalen Ebene und kehrt die Zahnseite nach unten. Das Holz wird auf einem vertikalen Rahmen befestigt, der sich auf und nieder bewegen kann, beim Anfang der Arbeit sich ganz unten befindet, und nach jedem Schnitte (während die Säge unthätig zurückgeht) um einen sehr kleinen Theil emporgehoben wird, wozu eine im Wesentlichen mit dem Mechanismus der Bretsägemühlen übereinstimmende Vorrichtung aus Schiebrad, Getriebe- und Zahnstange vorhanden ist. Damit während der Hebung des Holzes dasselbe nicht an die Säge stößt, ist die Linie, in welcher die Zahnspitzen liegen, etwas gegen die Horizontale geneigt (entsprechend dem Busen der Bretsägen, S. 652). Doch kann man auch die Zahnreihe horizontal legen und die Hebung des Holzes während des Schnittes stattfinden lassen. Das Auswerfen der Späne wird sehr befördert, wenn man durch geeignete Leitstücke das Sägegatter in einem sehr flachen Bogen (mit niederwärts gekehrter Konvexität) zu gehen nöthigt, statt in gerader Linie. — Wenn der Rahmen mit dem Holze oben angekommen und die ganze Länge der Bohle

---

[1]) Brevets, XXV. 55.

[2]) Portefeuille industriel, I. 265. — Industriel, I. 160. — Brevets, VII. 361. — Le Blanc, Recueil, III. Planches 71, 72. — Armengaud, IV. 313. — Kronauer, Maschinen, II. Taf. 23, 24. — Hartmann, Encyklopädisches Handbuch des Maschinen- und Fabrikwesens, I. 454. — Technolog. Encyklopädie, VI. 318. — Kunst- und Gewerbe-Blatt, 1837, S. 363; 1850, S. 162; 1852, S. 372. — Mittheilungen, Lief. 29 (1842), S. 125. — Hütte 1856, Taf. 23 a, b; 1867, Taf. 25. — Zeitschr. d. Ing. 1862, S. 535. — Polyt. Journ., Bd. 167, S. 423. — Atlas IV., Taf. 6.

durchschnitten ist, wird jener mittelst einer Kurbel schnell wieder hinabgeführt, dann durch Umdrehung einer Schraube um die Furnürdicke gegen die Säge vorgerückt; damit aber diese kleine Bewegung mit gehöriger Genauigkeit verrichtet werden kann, ist die Schraube mit einer Theilscheibe und einem Zeiger versehen.

Die hauptsächlichsten Zahlenverhältnisse bei dieser Maschine sind, in einem Beispiele angegeben, folgende: Die Säge macht 200 bis 240, zuweilen sogar 300 Schnitte in der Minute; die Länge des Zuges beträgt 600 mm, daher Furnüre bis zu 500 oder 550 mm Breite geschnitten werden können; bei jedem Schnitte wird das Holz um 0,5 bis 1 mm gehoben. Das Sägeblatt ist 1,42 m lang, 100 mm breit, 0,33 mm dick und macht (wegen Schränkung der Zähne) einen etwa 0,6 mm breiten Schnitt; mithin fallen, wenn 18 Furnüre aus 25 mm geschnitten werden, dieselben 0,8 mm dick aus. Die Zähne sind 6 mm lang oder tief, 9 mm breit, und (um den Sägespänen Raum zu geben) 9 mm weit von einander entfernt, was dadurch erreicht wird, daß zwischen je zwei Zähnen der ursprünglichen ununterbrochenen Verzahnung einer ausgebrochen wird. Demzufolge ist der Winkel an den Zahnspitzen 56°, das Flächenraums-Verhältniß zwischen Zahnlücke und Zahn = 3 : 1. Zur Bewegung der Maschine wird etwa eine Pferdestärke (an der Dampfmaschine) erfordert, und dabei werden in einer 500 mm breiten Bohle 5,4 □m in der Stunde geschnitten. Durch Befestigung und Stellung des Holzes, Herablassung desselben vor jedem neuen Durchschneiden, Auswechselung der Säge gegen eine neu geschärfte 2c. geht ungefähr die Hälfte der Arbeitszeit an einem Tage verloren. Man muß nämlich, um stets gute Wirkung zu haben, die Säge alle 10 bis 20 Minuten mit der Feile nachschärfen und demgemäß für jede Maschine wenigstens 2 oder 3 Sägen (Blatt und Gatter) vorräthig halten. — Wenn man die Zähne auf beiden Hälften der Sägenlänge einander entgegengesetzt (sämmtlich nach der Mitte hin sehend) stellt, so wird erlangt, daß die eine Hälfte der Säge beim Vorgange, die andere Hälfte beim Rückgange schneidet, folglich die Leistung sich vermehrt. Derselbe Vortheil entsteht, wenn zwar alle Zähne einander gleich, aber von der Gestalt eines sehr spitzwinkligen gleichschenkligen Dreieckes sind (6 mm Länge, 3 mm Breite an der Basis mit Zwischenräumen von 7 mm, Winkel der Zahnspitze 28°); denn alsdann ist jeder Zahn im Stande, in beiden Richtungen der Bewegung zu schneiden. Für diese beiden Fälle muß der Schiebmechanismus so konstruirt sein, daß die Bohle kontinuirlich fortrückt. Von einer Säge mit der zuletzt beschriebenen Verzahnung ist angegeben, daß sie 300 Doppelzüge (600 Schnitte) pr. Minute macht, also bei 470 mm Länge des Zuges mit 4,7 m Geschwindigkeit pr. Sekunde arbeitet, wobei das Holz um 400 mm in der Minute oder $^2/_3$ mm auf jeden Schnitt vorrückt.

Bei den (im Allgemeinen ziemlich seltenen) Furnürschneidmaschinen mit Kreissäge[1]) hat die Säge meist einen bedeutenden Durchmesser (1,5 bis 5,5 m), kann aber eben deshalb nicht aus einem Ganzen bestehen, sondern wird aus einem vertikalen gußeisernen Rade gebildet, an dessen Umfang 10 bis 30 gezahnte, bis 180 mm und mehr in der Breite messende Segmente von Stahlblech aufgenietet oder aufgeschraubt sind, deren Ebene man dadurch berichtigt, daß man die Säge in Berührung mit unbeweglich angebrachten Schleifsteinen umlaufen läßt *(segment saw)*. Der Wagen, worauf das Furnürholz liegt, ist horizontal und geht an dem untern Theile des runden Sägeblattes hin.

Man giebt der Säge eine Umfangsgeschwindigkeit von 21 bis 24 m in der Sekunde; bei 4,5 m Durchmesser macht sie nämlich 90 bis 100, bei 2,4 m Durchmesser 170 bis 190 Umläufe in jeder Minute. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Holz vorrückt, kann ungefähr $^1/_{1800}$ von jener des Sägenumkreises betragen, oder in der Sekunde 12 bis 13 mm, sodaß aus einer 450 mm breiten Bohle in einer Stunde wirklicher Arbeitszeit 20 □m Furnür geliefert werden. Die mit Kreissägen geschnittenen Furnüre erkennt man gewöhnlich an den bogenförmigen feinen Querstrichen, welche sie als Spuren der Sägenzähne zeigen.

Die aus einem Stücke angefertigten Kreissägen zum Furnürschneiden werden öfter so geformt, daß sie — um weniger Späne zu machen und doch genügende Stärke zu

---

[1]) Christian, Mécanique, III. 363. — Langsdorf, System der Maschinenkunde, II. 542. — Technolog. Encyklopädie, VI. 323. — Hartmann, Encyklopädisches Handbuch des Maschinen- und Fabrikenwesens, I. 467. — Holtzapffel, II. 805.

haben — in der Nähe des Umkreises, von 60 bis 150 mm einwärts an, dünner auslaufen (*convex, swaged* oder *bevilled circular saw*). Folgende Verhältnisse finden bei derartigen Sägen statt:

	Breite der keilförmig verdünnten Zone	Dicke im mittleren Theile	Dicke an den Zähnen
Durchmesser 0,38 bis 0,50 M. . . .	63 Mm.	3,8 Mm.	1,0 Mm.
" 0,60 " 0,75 "	90 "	3,8 "	1,0 "
" 0,60 " 0,90 "	100 "	4 bis 4,5 "	1,0 "
" " " "	125 "	4,5 "	1,0 "
" 0,85 " 1,06 "	150 "	5,5 "	1,0 "

Die Verdünnung der Randzone entsteht durch eine Abdachung auf nur einer Fläche des Sägeblattes, während die andere Fläche eben bleibt; ein Schränken der Zähne, welches den Schnitt verbreitern und daher dem Zwecke zuwider sein würde, findet nicht statt. Die Eigenthümlichkeit, daß die Dicke der Säge größer ist als die Schnittbreite, kann nur beim Sägen von Furnüren (nicht von Bretern) zugelassen werden, weil die Furnüre wegen ihrer geringen Dicke sich bereitwillig von dem Blocke — an welchem die ebene Fläche des Blattes läuft — abbiegen und der Säge Raum geben. — Verwandt hiermit ist eine eigenthümliche Kreissäge zum Furnürschneiden (scie circulaire tranchante), welche in Frankreich versucht worden ist. Das kreisrunde Blatt von 250 bis 300 mm Durchmesser ist in der Mitte 6 mm dick, läuft aber nach dem Rande zu dünner und bis in eine Schneide aus, welche mit gewöhnlichen — jedoch ebenfalls nicht geschränkten — Sägezähnen versehen wird. Es arbeitet also nach Art eines eingekerbten Messers, macht fast gar keine Späne und liefert demnach aus gleicher Holzdicke um 50 bis 80 Prozent mehr Furnüre von der nämlichen Dicke, als gewöhnliche Sägen. In großem Maßstabe ist diese Vorrichtung schwerlich ausführbar, und daher scheint sie sich weniger für Holz als zum Zerschneiden des Elfenbeins in dünne Blätter zu eignen. Noch weniger verspricht das Projekt, statt der Kreissäge eine messerartig schneidende glattrandige (ungezahnte) Scheibe wirken zu lassen [1]).

Die Anfertigung der Furnüre ohne Hülfe von Sägen, durch andere mechanische Mittel, wird etwas weiter unten ihre Besprechung finden (S. 668).

III. **Spaltholz** (Klufthholz, bois de fente). — Das Spalten, Klöben (fendre, *riving, cleaving*), wobei die Trennung des Holzes in der Längenrichtung genau dem Laufe der Fasern entsprechend erfolgt, hat — wo es überhaupt durch die Beschaffenheit des Holzes und die Gestalt der darzustellenden Theile ausführbar wird, vor dem Sägen mehrere Vorzüge: 1) Es ist schneller und mit einfacheren Werkzeugen zu verrichten und giebt, bei gehöriger Beschaffenheit des Holzes, fast keinen Abfall. 2) Gespaltenes Holz ist biegsamer, elastischer und besitzt mehr Festigkeit gegen das Zerbrechen, als geschnittenes, weil in letzterem fast immer unvermeidlich ein Theil der Fasern durchschnitten, folglich der Zusammenhang des Ganzen geschwächt wird, was dagegen beim Spalten nie eintritt. 3) Spaltholz ist weniger dem Werfen ausgesetzt als Schnittholz, ebenfalls weil in ersterem überall der natürliche Lauf der Fasern unversehrt ist, mithin die Spaltflächen keine quer durchschnittenen Saftröhren darbieten, welche zur Einwirkung der Feuchtigkeit mehr Gelegenheit geben; ferner weil bei dünnen und breiten Spaltstücken, wenn die Hauptflächen nach dem Laufe der Spiegel genommen werden, der große Einfluß, welchen letztere auf das Quellen und Schwinden haben, beseitigt ist (S. 625).

Beschränkt wird die Anwendung des Spaltens durch die geringe Spaltbarkeit vieler übrigens geradfaseriger Hölzer und durch die Krummfaserigkeit anderer; dann durch die Nothwendigkeit, Holztheile auch von nicht gerader und nicht prismatischer Gestalt darzustellen, sowie durch die Schwierigkeit, sehr breite und dabei ganz ebene Spaltflächen zu erhalten. Dazu kommt, daß selbst bei ganz schlicht gewachsenem Holze wegen der schraubenartig gewundenen Lage der Fasern (S. 607) die Spaltflächen windschief ausfallen, was bei langen gespaltenen Stücken merklich wird.

[1]) Brevets 1844, XVI. 165.

Die vorzüglichsten Spalthölzer sind: 1) Latten, zum Dachdecken; aus gerad-spaltigen Klötzen von Eichenholz oder anderen Holzarten, 1,2 bis 1,8^{m} lang, 220^{mm} und darüber dick, welche man erst in der Richtung von Halbmessern in 8, 12, 16 keilförmige Stücke trennt, worauf man diese nach dem Laufe der Jahrringe in Stangen von 36 bis 100^{mm} Breite zertheilt und aus letzteren endlich durch neue Spalte in der Spiegelrichtung die Latten bildet, deren Dicke von 12 bis gegen 25^{mm} beträgt und welche stets etwas keilartig (an einer Kante ein wenig dünner als an der anderen) ausfallen, und sowohl deshalb, als weil gespaltene Flächen selten ganz eben sind, den geschnittenen Latten (S. 649) nachstehen, indem sie eine weniger gute Fläche zum Auflegen der Ziegel &c. geben. — 2) Bühnen, d. i. halbrunde Dachlatten; durch einmaliges Aufspalten gerader und schlanker, 5 bis 7^{m} langer, 75 bis 100^{mm} dicker Nadelholz-Stangen. — 3) Rahm- oder Riegelholz, 75 bis 150^{mm} im Quadrate stark, aus Lärchen-, Kiefern-, Eichenholz; zu Fensterstöcken und Fensterrahmen (Glaser-Holz). — 4) Schindeln, Dachschindeln (bardeaux, échandoles, *shingles*), von Fichten-, Tannen-, Lärchen-, seltener von Eichen-, Espenholz &c., 300^{mm} bis gegen 1^{m} lang, 75 bis 150^{mm} breit, 6 bis 25^{mm} am Rücken dick. Man spaltet sie, aus Klötzen von Schindellänge und oft bedeutender Dicke, keilförmig in der Richtung der Spiegel, beschneidet sie mittelst des Schnitzmessers, bildet an der dünnen Kante von beiden Flächen aus eine Zuschärfung und reißt auf der dicken Kante mittelst eines hakenförmigen Eisens eine Furche ein. Beim Auflegen auf ein Dach greift jede Schindel mit ihrer scharfen Kante in die Furche der benachbarten ein. Einer Maschine zur Zurichtung der Schindeln wird später gedacht. — 5) Zaunstöcke, Weinpfähle, überhaupt Stöcke zum Anbinden der Gewächse in Gärten &c. (sofern man hierzu nicht ganze, runde Stämmchen gebraucht). — 6) Schachteln und Siebränder (cerches), aus Tannenholz, Fichtenholz, seltener aus dem Holze der Salweide. — 7) Böttcherholz, Faßholz, Bindholz, nämlich Daubenholz, Stabholz (merrain, douvain, *staves*), Bodenholz (traversin, *heading*) und Reifholz (cercles, cerceaux, *hoops*). Die besten Faßstäbe werden aus Eichenholz gemacht, weniger gut ist Eschenholz; Tannen-, Fichten-, Föhren-, Lärchen-, Buchenholz dienen fast nur zu Bottichen, Eimern u. dgl., sowie zu Fässern für trockene Dinge. Die Stäbe kommen von 600^{mm} bis etwa 2^{m} lang, 100 bis 180^{mm} breit und 25 bis 75^{mm} dick in den Handel; die breiten Flächen werden in der Spiegelrichtung (von der Rinde gegen den Kern) genommen. Nach dem Spalten wird das weiche Holz mit dem Schnitzmesser, Eichenholz mit dem Beile, völlig zugerichtet. Das Bodenholz besteht aus Stäben, die an beiden Enden etwas dünner zulaufend bearbeitet sind, weil die Faßböden am Rande abgeschrägt werden. Zu den Reifen gebraucht man gerade Schößlinge oder Stangen (Reifstöcke) von Haselnußsträuchen, Birken, Weiden, Eschen, Eichen, die nach den verschiedenen Bestimmungen der Reifen von 1 bis 12^{m} lang, 12 bis 75^{mm} dick sind und mitten durchgespalten werden. Denjenigen, die schon gebogen in den Handel kommen, giebt man, wenn sie dick und lang sind, die Krümmung zwischen im Kreise gestellten Pfählen, nachdem man sie am Feuer gebäht hat. — 8) Wagner- oder Stellmacherholz (Achsen, Felgen, Speichen), wozu Rothbuche, Weißbuche, Ulme, Esche, Ahorn am besten taugen. — 9) Instrumentholz, Resonanzholz, Klangholz, zu den Resonanzböden der musikalischen Instrumente (theils Tannen-, theils Fichtenholz). — 10) Späne, Holzspäne, Buchenspäne, Fichtenspäne, Buchbinderspäne, Schuhmacherspäne (platons, *scale board*), furnürartige dünne Blätter von 100 bis 400^{mm} Breite, 0,9 bis 1,2^{m} lang, welche aus frischem Rothbuchenholze oder Fichtenholze gespalten werden, und jetzt nur selten mehr zu Bücherdeckeln, zum Einlegen in Schuhe, dagegen häufig zu Säbelscheiden, als Hinterlage kleiner Spiegel (derrière de glace), als Unterlage der Ziegel beim Dachdecken &c. gebraucht werden. — 11) Schienen (dünne schmale Streifen) zu hölzernen Siebböden, meist aus Haselnuß- oder Eschenholz. — 12) Die Weidenruthen zu feinen Korbmacher-Arbeiten, und die schmalen, ebenfalls aus Weidenzweigen durch Spalten gebildeten Streifen, wovon die sogenannten Basthüte verfertigt werden. —

13) Das Stuhlrohr zu den bekannten Flechtarbeiten. — 14) Schwefelhölzer, Zündhölzer (bois d'allumettes, *matches*), welche durch Spalten stets ziemlich dick und unregelmäßig gestaltet, weit weniger schön als durch Hobeln, gewonnen werden.

Die Geräthschaften zum Spalten des Holzes aus freier Hand sind immer sehr einfach: die Axt, das Beil, mit oder ohne Beihülfe eines eisernen verstählten Keiles; bei kleinerem Holze eine starke, messerförmige Klinge (Spaltklinge, Klöbeisen, coutre, *riving knife*)[1]) oder ein gewöhnliches Messer; zum Zertheilen der Korbmacher-Weiden ein hölzernes Werkzeug mit drei oder vier strahlenartig gestellten Schneiden. Zum Spalten der Zündhölzchen gebraucht man eigene Maschinen[2]). Die Späne (oben Nr. 10) werden auf einer einfachen Maschine[3]) verfertigt, deren Haupttheil eine Art von großem Hobel mit fast horizontal liegendem, über die ganze Breite des Holzes reichendem Eisen ist. Dieser Hobel wird durch ein um eine Walze sich aufwickelndes Seil, oder auf andere geeignete Weise über das Holz weggezogen. Letzteres wird aus dem rohen Stamme in Längen von 0,9 bis 1,2^{m} mit der Säge zugeschnitten, dann kreuzweise in vier Theile gespalten, worauf man das Kernstück eines jeden Viertels abspaltet und beseitigt, die weitere Zertheilung aber auf der Maschine, parallel mit dem Laufe der Spiegel, vornimmt.

Die eben beschriebene Verfahrungsweise, dünne Holzblätter mittelst eines großen Hobels darzustellen, hat man auch zur Verfertigung der Furnüre angewendet. Da indessen hierbei meist sehr unregelmäßig gewachsenes (nicht geradfaseriges) Holz in Arbeit genommen werden muß, so kann man auf dessen Spaltbarkeit nicht rechnen; das Hobeleisen muß vielmehr selbstthätig nach vorgeschriebener Richtung schneiden, unbekümmert um den Fasernlauf des Holzes. Es gehören demnach die gehobelten Furnüre nicht zu den Spalthölzern; eine Erwähnung derselben an gegenwärtiger Stelle ist nur durch die Aehnlichkeit des zu ihrer Hervorbringung dienenden Apparates gerechtfertigt. Bei der Furnürhobelmaschine (machine à trancher)[4]) wird entweder die zu verarbeitende Bohle unter dem Hobel durchgezogen, und letzterer sinkt vor jedem neuen Schnitte um die Dicke der abzuschneidenden Furnüre nieder; oder es bewegt sich der Hobel, sei es in horizontaler oder vertikaler Richtung, während das Holz festliegt. Man hat sogar in der Bahn, auf welcher die Bohle sich fortschiebt, ebenfalls ein Hobeleisen angebracht, um zwei Furnürblätter zugleich (eins von der obern, eins von der untern Fläche der Bohle) zu gewinnen. Die Wirkung wird jedenfalls wesentlich erleichtert, wenn das Holz vorläufig durch Dämpfen erweicht ist. Von einer neueren Furnürhobelmaschine[5]) ist Folgendes anzugeben: Der Hobel bewegt sich horizontal über die zu zertheilende Bohle hin, welche zu jedem neuen Schnitte um die Dicke eines Furnürblattes gehoben wird. Sein Eisen (ein sogenanntes Doppelhobeleisen) erstreckt sich in schräger Richtung über die Holzfläche, sodaß seine Schneide einen Winkel von etwa 80° zu der Bewegungsrichtung bildet, und ist unter 15° gegen die Holzoberfläche geneigt. Die Maschine kann bis zu 2,3^{m} lang und 1,3^{m} breit hobeln. Dabei beträgt die Geschwindigkeit des Hobels durchschnittlich 250^{mm} für 1 Sekunde und wird folglich aus einer z. B. 2^{m} langen, 800^{mm} breiten Bohle ein Blatt von 1,6 □^{m} in 8 Sekunden dargestellt. Unter Berücksichtigung der Zeit zum Rückgange des Hobels wird das Erzeugniß einstündiger Arbeit auf wenigstens 200 solche Blätter anzunehmen sein, deren Dicke gewöhnlich 0,5^{mm} oder etwas weniger beträgt. Nöthigenfalls kann man aus 27^{mm} Holzdicke 100 und sogar 150 Blätter schneiden.

Man hat das Prinzip, von einem Holzkörper dünne Blätter durch eine gerade messerartig scharfe Klinge abschneiden zu lassen, auch in der Art modifizirt zur Ausführung gebracht, daß man einen zylindrischen Block auf einer eisernen Achse befestigte,

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 614.

[2]) Brevets, LVII. 319; LXI. 252; LXIV. 371. — Polyt. Journ., Bd. 78, S. 84. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 2 (1842), S. 229.

[3]) Jahrbücher, XI. 353. — Krünitz, ökonomisch-technologische Encyklopädie, Bd. 117, S. 329. — Journal für Fabrik, Manufaktur ꝛc., Bd. VII. (Leipzig 1794), S. 301. — Brevets LVIII. 369.

[4]) Brevets LXIV. 303; LXXIII. 491. — Brevets 1844, T. 47, p. 92. — Polyt. Journ., Bd. 192, S. 17.

[5]) Armengaud, XIV. 329. — Kronauer, Maschinen, IV. Taf. 9, 10.

ammt derselben in langsame Umdrehung setzte und ein gerades Messer — dessen Schneide ur Zylinderachse parallel, dessen Fläche aber zu dem Zylinderumfange tangential ge= tellt war — dagegen angedrückt hielt. Indem durch die drückende Kraft (eines Gewichtes) as Messer sich allmälig der Achse nähert, entsteht aus der Verbindung dieser Bewegung mit der stetigen Umdrehung des Zylinders ein spiralförmiger Schnitt, und die Holzmasse wird (bis auf einen zuletzt übrigbleibenden Kern, welcher zur weiteren Zertheilung zu dünn ist) in ein abzuwickelndes und auszubreitendes Blatt verwandelt, dessen Länge sehr beträchtlich sein kann, dessen Breite gleich der Länge des verarbeiteten Zylinders ist. Die rsten nach dieser Idee gebauten Maschinen [1]) waren nicht so vollkommen, daß sie auf Holzblöcke von etwas bedeutender Länge Anwendung finden konnten; man glaubte daher ine Verbesserung zu machen, indem man statt der Messerklinge eine gerade horizontale Säge zur Bewirkung des Spiralschnittes benutzte [2]), was sich nicht bewährt zu haben scheint. Später ist die Spiral=Furnürschneidmaschine (mit einem Messer) in wesentlich verbesserter Gestalt, jedoch immer ohne recht genügenden Erfolg, in Frankreich wieder aufgetaucht [3]). Der auf ihr zu verarbeitende Holzblock wird achtkantig zugerichtet, um möglichst wenig Material zu verwüsten; vier von seinen acht Seitenflächen liefern dann so lange eine Anzahl getrennter Furnürblätter, bis der Querschnitt ein Kreis ge= worden ist, worauf die Abschälung des ununterbrochenen langen Blattes beginnt. Die Arbeit wird beendigt, wenn der noch übrige Zylinder auf 150 oder 170 mm Durch= messer reduzirt ist. Dem während des Schneidens sich um seine Achse drehenden Holz= zylinder rückt das tangential gestellte Messer mit einer der Furnürdicke entsprechenden Geschwindigkeit stetig näher: in 1 Minute geschehen etwa 5 Umdrehungen, und die Vor= schiebung des Messers beträgt auf jeden Umgang 0,75 mm, sodaß (weil keine Späne abfallen) 36 Furnürdicken aus 27 mm Holzdicke entstehen.

[1]) Brevets, XXXV. 59. — Jahrbücher, III. 309.
[2]) Brevets, XXXV. 62; LXXVIII. 190.
[3]) Armengaud, VII. 91. — Brevets 1844, T. 11, p. 59; T. 15, p. 195. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 220. — Polyt. Centr. 1869, S. 1490.

Drittes Kapitel.

Ausarbeitung des Holzes.

(Formenbildung.)

Wie schon aus dem Eingange dieses zweiten Abschnittes sich ergiebt, ist mit der Ueberschrift des gegenwärtigen Kapitels nur der Theil der Holzverarbeitung gemeint, welcher die Darstellung der mannigfaltigsten Körpergestalten aus unverbundenen Holzstücken begreift. Indem hierzu durch die im zweiten Kapitel beschriebenen Vorbereitungs-Arbeiten das Material in einer bequemen aber noch wenig ausgebildeten Gestalt gegeben ist, haben wir also hier die Mittel zu betrachten, durch welche diese Gestalt zu den vielartigen Zwecken des Gebrauches weiter ausgebildet wird. Nach der Natur der Sache zerfallen dieselben in drei Abtheilungen, nämlich a) solche zum Festhalten der Arbeitstücke; b) solche zum Abmessen, Eintheilen und Linienziehen; c) solche zur Zertheilung und Formung[1]).

Erste Abtheilung.

Mittel zum Festhalten der Arbeitstücke.

I. Hobelbank (établi, *bench*, *planing-bench*)[2]).

Sie ist das am allgemeinsten gebrauchte Geräth zum Festhalten (Einspannen) des Holzes während der Bearbeitung, findet sich fast bei allen Holzarbeitern, und dient nicht etwa ausschließlich (wie der Name anzuzeigen scheint) beim Hobeln, sondern auch bei sehr vielen anderen Verrichtungen, wie beim Sägen, Bohren u. s. w. Kurz, die Hobelbank ist bei der Bearbeitung des Holzes von eben der ausgedehnten Anwendung, wie der Schraubstock in den Metallarbeiter-Werkstätten. Sie besteht aus einem stark gebauten und schweren Tische von 1,5 bis 3^{m} Länge, 450 bis 900^{mm} Breite und etwa 720^{mm} Höhe (welches letztere Maß aber, um volle Bequemlichkeit zu gewähren, sich nach der Größe des Arbeiters richten muß, falls diese bemerkbar

---

[1]) Vollständiges Handbuch der neuesten englischen Werkzeuglehre. Von C. Hartmann. I. Band, Werkzeuge der Holzarbeiter. Weimar 1849. (178. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). Die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes. Von R. Schmidt. Leipzig 1861. Desselben Werkes zweite Sammlung, Leipzig 1870.

[2]) Technolog. Encyklopädie, VII. 476. — Holtzapffel II. 494.

über oder unter dem gewöhnlichen Mittel ist). Die Füße der Hobelbank sind unter sich und mit dem Blatte (table) fest verbunden; letzteres besteht aus einem harten, festen und dichten Holze (Weißbuchen, Ulmen, Ahorn), und ist wenigstens 100^{mm} dick. Am hinteren Rande desselben ist ein langer, schmaler offener Kasten zum Hineinlegen des Werkzeuges angebracht (die Beilade). Ungefähr in der Mitte des Blattes, doch etwas mehr nach dem vorderen Rande hin, gehen, 170^{mm} von einander entfernt, zwei Löcher senkrecht durch die ganze Dicke. Man nennt sie Stützenlöcher, jedes hat 50^{mm} im Quadrat und nimmt einen hölzernen, genau passenden Pflock (Stütze) auf, der durch Hammerschläge auf- und niedergestellt wird. Man läßt die Stützen ein wenig über die Oberfläche des Blattes hervorragen und bedient sich ihrer, um kleine Holzstücke, welche beim Abhobeln nur lose auf die Bank gelegt werden, dagegen zu stützen, damit sie dem Hobel Stand halten. Für die meisten Fälle ist jedoch eine eigentliche Befestigung der Arbeitstücke nothwendig, wozu die beiden Zangen (presses) dienen. Die vorn und zur rechten Seite des Arbeiters liegende Ecke des Blattes ist auf etwa 450^{mm} in der Länge und 150^{mm} in der Breite rechtwinklig ausgeschnitten; in diesem Ausschnitte verschiebt sich, parallel mit der Länge der Bank, ein mit den erforderlichen Leitungen versehenes prismatisches Holzstück, welches durch Umdrehen einer hölzernen Schraube geführt, und durch diese Schraube selbst in der ihm gegebenen Stellung erhalten wird. Diese Vorrichtung bildet die Hinterzange (presse de derrière, *end screw*). Durch das erwähnte prismatische Hauptstück derselben geht senkrecht, von oben bis unten, ein quadratisches 36^{mm} langes und breites Loch; eine Reihe gleicher Löcher ist in dem Blatte der Bank, nahe am Rande derselben so angebracht, daß zwischen je zwei Löchern ein Raum von 100 bis 120^{mm} bleibt, und mithin die Zahl der Löcher 10 oder mehr beträgt, nach der Größe der Bank. Um mittelst der Hinterzange ein Bret oder bretartiges Holzstück flachliegend einzuspannen, wird in das Loch der Zange ein eiserner Bankhaken (ein Bankeisen, mentonnet, *bench-hook*) gesteckt; ein zweiter solcher Haken kommt in ein, nach Maßgabe der Länge des Holzes, mehr oder weniger entferntes Loch der Bank; schraubt man nun die Zange fest an, so halten die beiden Haken das Arbeitstück durch den Druck gegen seine Enden unbeweglich. Die Bankhaken sind 200^{mm} lange, vierkantige Eisen, welche mit etwas Spielraum in die Löcher gehen, mittelst einer Feder durchzufallen verhindert werden, und oben einen etwas vorspringenden Kopf haben, dessen ausgezackte Seitenfläche die Holzkante berührt, den man aber nur so weit in die Höhe stehen läßt, daß er den Hobel nicht hindert, über die Fläche des Holzes unangestoßen bis an den Rand hinzugehen. Um ein Bret auf der Kante stehend (in senkrechter Ebene) einspannen zu können, bringt man auch horizontale Bankeisenlöcher an, welche von vorn her in die Dicke des Blattes und der Hinterzange gemacht sind. Das eingespannte Holz wird dann wie im vorigen Falle durch die zwei Bankeisen an den Enden gehalten, und kann nach Erforderniß höher oder niedriger gestellt werden, weil es nur mit seiner breiten Fläche sich an den Rand der Hobelbank lehnt, nicht aber oben auf dem Blatte sich befindet. — Die zweite Zange, welche Vorderzange (presse de devant, *side screw*) genannt wird, hat ihren Platz an der linken vorderen Ecke der Bank, und ist viel einfacher konstruirt als die Hinterzange. Hier bildet nämlich das Blatt, mittelst eines an die Ecke angesetzten, horizontal hervorspringenden Theiles, einen länglich viereckigen Ausschnitt von 250^{mm} Länge, 150^{mm} Breite, welcher oben, unten und an der nach der Hinterzange hinsehenden schmalen Seite offen ist. In diesem Ausschnitte befindet sich ein senkrechtes verschiebbares Bretchen (Zangenbret), das durch eine horizontale Schraube dem Rande der Bank beliebig genähert werden kann. Zwischen das Zangenbret und den vorderen Rand des Blattes wird somit der Gegenstand, den man bearbeitet, eingeklemmt, ähnlich wie in einem Schraubstocke. Man bedient sich der Vorderzange z. B., um ein nicht zu langes Bret senkrecht stehend einzuspannen, falls man es etwa in der Längenrichtung durchsägen will; auch um Breter, welche länger als die Hobelbank sind (daher nicht mittelst der Bankeisen eingespannt werden können) auf der Längenkante stehend zu befestigen. Im letzteren Falle wird das eine Ende in der Vorderzange gehalten, das Bret geht vorn die Hobel-

bank entlang, und muß an seinem zweiten Ende eine besondere angemessene Unterstützung erhalten. Diese wird sehr bequem durch den Knecht, Stehknecht, Bankknecht (servante, valet de pied) erreicht, den man in der erforderlichen Entfernung neben der Bank hinsetzt und der aus einem aufrechten, 750 bis 900mm hohen, 80mm breiten, 50mm dicken Stocke, auf einem schweren kreuzförmigen Fuße, besteht. Längs des Stockes ist ein kleiner hölzerner Klotz auf und nieder verschiebbar, der in angemessener Höhe durch einen Keil oder durch eine eiserne Klammer, an welcher er hängt, befestigt wird, sodaß das Bret darauf ruht.

Die älteren französischen Hobelbänke [1]) sind abweichend von vorstehend beschriebener Einrichtung und unvollkommener konstruirt. Verschiedene neuere Verbesserungen der Hobelbank und Nebenvorrichtungen zu derselben kommen hin und wieder vor [2]).

II. Fügelade [3]).

Breter von bedeutender Länge (z. B. Fußbodendielen), welche auf der langen Kante abgehobelt werden sollen und folglich in vertikaler Ebene einzuspannen sind, kann man nicht ohne Unbequemlichkeit, selbst mit Beihülfe des Knechtes, in der Hobelbank befestigen. Man wendet dann die Fügeböcke (Fügeladenböcke) an, welche ihren Namen davon tragen, daß in der Tischlersprache das Abhobeln der Dielen an den zusammenzufügenden langen Kanten Fügen (joindre, *jointing*) genannt wird. Ein solcher Bock ist 800mm hoch, besteht aus einem Fuße und aus zwei senkrechten, etwa in der halben Höhe durch ein Querholz verbundenen Säulen, welche zwischen sich einen 150 bis 170mm breiten Raum lassen. So bildet der obere Theil gleichsam eine 400mm tiefe Gabel, in welcher das zu bearbeitende Bret auf die Kante gestellt und mittelst eines Keiles oder mittelst einer hölzernen Druckschraube so befestigt wird, daß der obere Rand herausragt. Zwei Fügeböcke werden immer zugleich gebraucht, in der jedes Mal durch die Länge der Breter bestimmten Entfernung von einander aufgestellt und größerer Festigkeit halber durch eine Diele mit einander verbunden, welche man in die Oeffnung zwischen dem Fuße und dem Querholze einschiebt, und darin festkeilt. Das so vereinigte Ganze heißt die Fügelade.

III. Schnitzbank (Schneidbank, chevalet) [4]).

Die bekannte einfache Vorrichtung der Böttcher und einiger anderer Holzarbeiter, bei welcher der Arbeiter reitend auf der Bank sitzt und das Holz durch den Druck seiner Füße gegen einen Hebel festhält, sodaß er es in der Brusthöhe vor sich hat und beide Hände zur Führung des Schnitzmessers gebrauchen kann. — Oefters ist bloß am Ende der Bank ein senkrechtes Bret aufgerichtet, gegen welches ein Ende des Arbeitstückes gestützt wird, während auf das andere der Arbeiter mit seiner Brust drückt; letztere wird dann durch ein gepolstertes Holzstück geschützt, welches man mit einem um den Leib geschnallten Riemen befestigt. — Hierher gehört ferner, der ähnlichen Einrichtung wegen, ein bei den französischen Tischlern gebräuchliches Geräth (âne), um dünne Bretstücke, an denen man mit der Säge zu schneiden hat, einzuspannen [5]).

---

[1]) Nosban, Manuel du menuisier, Paris 1829, I. 68.

[2]) Polyt. Centr., I. (1843), S. 433; IV. (1844), S. 55; VI. (1845), S. 193. — Polyt. Journ., Bd. 97, S. 173. — Gewerbe-Blatt für Sachsen 1841, S. 473, 536. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1844, S. 460. — Gewerbe-Blatt für das Königreich Hannover 1843, S. 113; 1844, S. 65. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königreich Hannover 1845, S. 51.

[3]) Technolog. Encyklopädie, VII. 490.

[4]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 567.

[5]) Nosban, Manuel du menuisier, Paris 1829, I. 104.

Am Ende einer Bank, auf welcher der Arbeiter reitend sitzt, steht aufrecht eine hölzerne Docke, welche von oben bis fast an das untere Ende eingeschnitten ist, sodaß sie eine elastische Gabel darstellt, welche durch einen Fußtritt und einen oberhalb der Bank angebrachten Hebel (beide mittelst eines Strickes verbunden) zusammengepreßt werden kann, sich aber beim Aufhören des Druckes von selbst öffnet. Man steckt das Arbeitstück in den Spalt der Gabel und hält es durch Zusammenklemmen derselben (indem der Fuß auf den Tritt gesetzt wird) fest.

IV. Schraubstock (étau, *vice*).

Der gewöhnliche eiserne Schraubstock der Metallarbeiter (S. 226) findet auch, jedoch mit großer Beschränkung, in den Werkstätten einiger Holzarbeiter, zum Einspannen kleiner Stücke, Anwendung. — Die Drechsler bedienen sich eines sehr einfach gebauten hölzernen Schraubstockes[1]) zum Festhalten der Holzstücke, von welchen Theile abgesägt werden. Sorgfältiger konstruirte hölzerne Schraubstöcke nach dem Prinzipe des Parallel-Schraubstockes (S. 227), deren es verschiedene giebt, sind für feinere Arbeit sehr zu empfehlen.

V. Pressen, Leimzwingen, Schraubknecht.

Die hier zusammengefaßten Werkzeuge dienen sämmtlich zum Aneinanderpressen frisch geleimter Gegenstände, die man unter dem Drucke läßt, bis der Leim völlig getrocknet ist, damit die Verbindung gehörig fest und die Fuge wenig bemerkbar wird. Breite Holzstücke, welche mit der Fläche auf einander geleimt sind (wie furnirte Tafeln u. dgl.) spannt man in eine Presse (presse), welche zuweilen nach Art einer Buchbinderpresse eingerichtet ist, am gewöhnlichsten aber (der sogenannte Schraubbock, châssis) aus einem viereckigen, von vier starken hölzernen Riegeln zusammengesetzten Rahmen besteht. Durch einen dieser Riegel gehen zwei, drei oder vier hölzerne Schrauben, welche an ihren viereckigen Köpfen durch einen darauf gesteckten Schlüssel umgedreht werden. Man legt den geleimten Gegenstand zwischen zwei Breter, die auf allen Seiten darüber hinausragen, bringt das Ganze in die Oeffnung des Rahmens, legt (zum Stützpunkt für die inneren Enden der Schrauben) eine dicke und etwas breite Leiste darauf und zieht die Schrauben gleichmäßig fest an.

Solche Pressen werden mit verschiedenen Abänderungen ausgeführt, z. B. in der Art, daß zwar der die Schrauben enthaltende Riegel fest mit den Seitenarmen verbunden, der gegenüberstehende aber längs dieser letzteren verstellbar ist, um nach Höhe der einzupressenden Arbeitstücke genähert oder entfernt zu werden. Sehr große Pressen stellt man auf einen gemauerten Herd und versieht sie mit eisernen Schrauben[2]). Beim Furniren, wo es von wesentlichem Nutzen ist, den Leim zwischen Furnür und Blindholz eine Weile flüssig zu halten, dient zu diesem Zwecke sehr gut eine Furnirpresse mit hohler eiserner Grundplatte, welche mittelst hineingeleiteten Wasserdampfes erwärmt werden kann[3]).

Ist das Arbeitstück zu groß oder von ungeeigneter Gestalt für die Presse, so bedient man sich der Leimzwingen, Schraubzwingen (presse, presse à main, presse à serrer, *cramp, screw-clamp, holdfast*)[4]), welche aus drei geraden, unter rechten Winkeln fest mit einander verbundenen Holzstücken bestehen, sodaß sie die Gestalt eines viereckigen Rahmens haben, von welchem die eine Seite weggenommen

---

[1]) Geißler's Drechsler, I. 78. — Polyt. Centr. 1850, S. 1477.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 169, S. 329. — Jobard, Bulletin, T. 44, p. 293.
[3]) Hütte 1863, Taf. 24.
[4]) Polytechnische Mittheilungen, II. 109. — Karmarsch, Mechanik, S. 100. — Werkzeugsammlung, S. 234. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 14.

ist. Durch den einen der zwei äußeren, mit einander parallelen Theile geht, gleichlaufend mit dem Mittelstücke (dem Stege), eine hölzerne Schraube, welche, gehörig weit eingeschraubt, auf den Gegenstand drückt, den man zwischen sie und den gegenüberstehenden Arm der Zwinge bringt. Bei großen Arbeitstücken legt man mehrere Leimzwingen an verschiedenen Stellen an, und schiebt Leisten oder Bretchen zwischen sie und den geleimten Gegenstand, theils um einen beschädigenden Eindruck der Schrauben zu vermeiden, theils um den Druck gleichmäßig auf eine größere Fläche zu verbreiten.

Besondere Berücksichtigung verdient eine möglichst dauerhafte Zusammensetzung der Leimzwingen. Gewöhnlich sind die drei Theile derselben an den Ecken zusammengeschlitzt, in welchem Falle sie aber leicht, bei starkem Anschrauben, aus den Fugen weichen; besser ist es, das Mittelstück über die beiden anderen Theile hinaus zu verlängern, und letztere in das erstere einzuzapfen; oder die zwei Endstücke noch durch ein mit dem Mittelstücke paralleles Eisenstäbchen unter einander zusammenzuhängen; oder wenigstens die Verbindung der Ecken durch aufgeschraubte eiserne Winkel zu verstärken; u. dgl. m. Die Schraubkloben der Böttcher [1]) sind Schraubzwingen, deren Oeffnung sich nach Erforderniß vergrößern und verkleinern läßt, bei welchen zugleich die Schraube anders, nämlich auf ähnliche Weise wie beim Schraubstocke, angebracht ist. Empfehlung verdient die amerikanische Schraubzwinge, bestehend aus zwei losen parallelen Holzstücken und zwei Schrauben [2]). In Eisen gegossene, nachträglich adoucirte Schraubzwingen [3]) sind mehrfach in Gebrauch gekommen.

Breter, die mit den Kanten an einander zu leimen sind, bilden eine zu breite Fläche, um in die Presse eingespannt zu werden oder das Anlegen der Schraubzwingen zu gestatten. Hier gebraucht man deshalb gewöhnlich den sogenannten Leimknecht oder Schraubknecht (sergent, serjoint, serre-joints, *cramp*), der als eine lange Schraubzwinge betrachtet werden kann, an welcher das eine Endstück (das mit der Schraube versehene, oder das andere) längs des stangenförmigen Mittelstückes verschoben werden kann, wie es die Größe des Gegenstandes erfordert. Die Befestigung des verschiebbaren Theiles geschieht durch einen Keil oder durch eine eiserne Klammer, mittelst welcher derselbe in zahnförmige Auszackungen des Mittelstückes eingehangen wird.

Es kommen verschiedene Abänderungen des Leimknechtes vor [4]), manche ganz von Eisen, auch solche ohne Schraube, wobei das Festhalten des eingespannten Gegenstandes durch eine von selbst eintretende Klemmung bewirkt wird, welche das längs der Stange verschiebbare Endstück auf letzterer erleidet. — Dem gewöhnlichen Schraubknecht in Ansehung des Zweckes verwandt, im Baue aber verschieden ist derjenige, mit welchem beim Legen der Fußböden die Dielen scharf an einander getrieben werden, wenn man sich dazu nicht des Hammers bedienen will [5]).

Für die Fälle, wo man viele Breter auf ein Mal paarweise an einander zu leimen hat, etwa zur Bildung von Fußböden, dient zu großer Raumersparniß eine Leimzwinge, Leimpresse, von folgender Einrichtung. Auf einem schmalen Brete, dessen Länge die gesammte Breite zweier verleimter Dielen übertrifft, stehen nahe an den Enden zwei senkrechte vierkantige Säulen, auf welche 6 bis 8, oder mehr, ähnliche Bretstücke (Deckel) — mittelst zweier, in jedem befindlichen, viereckigen Löcher — von oben nach unten aufgeschoben werden können. Um die Deckel

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 578.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 123, S. 16; Bd. 169, S. 329. — Polyt. Centr. 1852, S. 1174. — Jobard, Bulletin, T. 44, p. 293.

[3]) Polyt. Journ, Bd. 167, S. 326.

[4]) Polyt. Centr., VI. (1845), S. 193; Jahrg. 1852, S. 1381; 1863, S. 385. — Polyt. Journ., Bd. 167, S. 326. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königreich Hannover 1845, S. 52. — Kronauer, Zeitschrift, 1849, S. 127. — Génie ind., IV. 107; XXV. 266.

[5]) Mittheilungen 1860, S. 73. — Polyt. Centr. 1860, S. 1032. — Schweiz. Z. 1860, S. 87. — Polyt. Journ., Bd. 112, S. 22.

in einer Entfernung über einander zu halten, welche etwas größer ist, als die Dicke der Dielen, trägt ein jeder an seinen beiden Enden eine angemessene Verstärkung, nämlich ein auf seiner breiten Fläche befestigtes flaches Holzstück. So entsteht durch die Zusammensetzung des ganzen Apparates eine Art horizontalen Fachwerkes mit niedrigen Oeffnungen, welche letzteren die Fußbodentafeln oder Dielen-Paare (6, 8, auch mehr, mit geringen Zwischenräumen über einander) aufnehmen. Die eine Kante jeder Tafel berührt die ihr benachbarte Säule der Leimzwinge, und indem man zwischen die andere Kante und die zweite Säule hölzerne Keile scharf eintreibt, wird die starke Zusammenpressung der Leimfuge erreicht. Es ergiebt sich von selbst, daß man, der ganzen Ausdehnung der Tafel entlang, mehrere gleichgestaltete Zwingen der beschriebenen Art anlegen muß, wie man, bei der Anwendung des Schraubknechtes unter ähnlichen Umständen, auch mehrere dieser Werkzeuge nöthig hat. Eine andere Art Keilpresse hat man zum Verleimen von Rahmen, um auf deren vier Ecken gleichzeitig den Druck auszuüben[1]).

Zweite Abtheilung.

Mittel zum Abmessen, Eintheilen und Linienziehen.

Zum Ziehen gerader Linien dient ein gewöhnliches Lineal (selten wendet man Parallel-Lineale, règle à parallèles, *parallel rule*[2]) an), und entweder der Bleistift oder eine scharfe stählerne Reißspitze, Reißahle (pointe à tracer, traceret, *scriber, marking awl*)[3]), die meist in ein hölzernes Heft gefaßt ist. Die übrigen hierher gehörigen Werkzeuge sind folgende:

I. **Maßstab** (Zollstab, **règle**, oder im Besondern **pied, mètre, demi-mètre,** *rule*)[4]).

Diejenigen Maßstäbe, welche beim Arbeiten selbst gebraucht werden, bestehen aus hölzernen, z. B. 500mm oder 1m langen Linealen, auf welchen die Theilung mit eingerissenen Strichen angegeben ist. Hat man ein bestimmtes Maß oftmals aufzutragen oder nachzumessen (was jedes Mal erst wieder auf dem Maßstabe zu suchen, unbequem und zeitraubend wäre), so bedient man sich des Stellmaßes (Stellmodels), welches nichts ist als ein gewöhnlicher hölzerner Maßstab, auf welchem ein flaches, mit einem passenden Loche versehenes Holzstück (der Anschlag) aufgeschoben steckt. Dieses läßt sich beliebig hin und her bewegen und an jeder Stelle durch einen Keil befestigen. Hat so der Anschlag seine bestimmte Stellung erhalten, so braucht man ihn nur an den Rand eines Bretes oder andern Arbeitstückes zu legen, und das Ende des Maßstabes giebt ohne Suchen das zu bezeichnende Maß an.

Zu Messungen, welche außer der Werkstätte vorgenommen werden, bedient man sich, bequemerer Tragbarkeit wegen, der zum Zusammenlegen eingerichteten Maßstäbe, welche jedoch keine große Genauigkeit zulassen, weil sie wegen ihrer geringen Dicke sich krummziehen, und wegen der Gelenke entweder der Steifheit ermangeln oder unbequem werden. Daher verdienen sie es auch nicht, daß man sie mit Künsteleien ausstattet[5]), wodurch sie kostspielig (von Metall ausgeführt auch zu schwer) werden; höchstens verdienen die auf S. 232 beschriebenen eichfähigen Schmiegen Beachtung. Sehr zu empfehlen für kleine Abmessungen sind die zum Schieben und Ausziehen vorgerichteten und ganz von Messing

[1]) Bulletin d'Encouragement, IL. (1850), p. 365. — Polyt. Centr. 1851, S. 3. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1851, S. 132.
[2]) S. z. B. Werkzeugsammlung, S. 226.
[3]) Technologische Encyklopädie, I. 189.
[4]) Technologische Encyklopädie, IX. 488.
[5]) Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1842, S. 182.

verfertigten Maßstäbe. Ein solcher besteht aus zwei Theilen, wovon der eine ein flach viereckiges Rohr, der andere ein in jenem mit etwas Reibung aus und ein zu schiebender dünner Stab ist. Völlig ausgezogen hat das Ganze z. B. die Länge von 300 mm. Die Theilung ist auf den zwei breiten Flächen des Rohres, von dem verschlossenen Ende ausgehend, aufgetragen, und auf dem Stabe in entgegengesetzter Richtung fortgesetzt. Angenommen z. B. das Rohr sammt dem stets außen bleibenden Kopfe des Stabes sei 17 Centimeter lang, so ist der Theilstrich 18 ein Centimeter, der Theilstrich 19 zwei Cent., u. s. w. von jenem Kopfe entfernt. Auf dem ausgezogenen Stabe läuft also die Bezeichnung von dem Kopfe gegen die Oeffnung des Rohres hin fort und das offene Ende des letzteren selbst zeigt jedes Mal auf dem Stabe das Maß an, welches das ganze Werkzeug zwischen seinen Endpunkten hat, wenn es zu irgend einem Grade ausgezogen ist. Dies gewährt die größte Bequemlichkeit und Sicherheit besonders dann, wenn man die Entfernung zwischen zwei parallelen Wänden, überhaupt die Weite eines eingeschlossenen Raumes, zu messen hat. — Auch die Bandmaße oder Meßbänder (S. 232) sind, namentlich zum Messen großer Gegenstände, sehr dienlich.

II. **Streichmaß** (Reißmaß, Streichmodel, Reißmodel, trusquin, *marking gauge, marking gage*)[1].

Zweck und Haupteinrichtung sind dieselben, wie bei dem gleichnamigen Werkzeuge der Metallarbeiter (S. 231). Das gewöhnliche doppelte Streichmaß der deutschen Tischler u. s. w.[2]) besteht aus einem flachen vierseitigen Holzstücke (Anschlag, Kopf, tête, appui, régulateur, *head*), in welchem durch quadratische Löcher zwei zu einander parallele Stäbchen (Riegel, tige, *stem*) von 200 bis 300 mm Länge und 12 mm Dicke verschiebbar sind, die mittelst eines Keiles (clef) in der ihnen gegebenen Stellung festgemacht werden können. Jeder Riegel trägt an einem Ende, auf der von dem anderen Riegel abgekehrten Fläche, eine kurze und scharfe stählerne Spitze, mit der die Linie angerissen wird, während man den Anschlag längs der Kante des Arbeitstückes hinführt. Die dabei an dem Holze laufende Fläche des Anschlages ist, der Abnutzung wegen, mit einer Messing- oder Eisenplatte belegt, wenigstens mit ein Paar eingelegten Streifen von Knochen oder Metall versehen. Zwei Riegel hat das Instrument zu größerer Bequemlichkeit, wenn etwa zwei verschiedene Entfernungen der Reißspitze von dem Anschlage abwechselnd gebraucht werden, wozu man sonst entweder zwei Streichmaße haben, oder die Stellung des einen oft ändern und wieder ändern müßte. — Die englischen Streichmaße sind in der Regel nur einfach (mit einem Riegel) und haben statt des Keiles eine Druckschraube[3]), was unbedingt vorzuziehen ist, da der Keil, mag er unmittelbar oder mittelst eines zwischengelegten Stückes den Riegel festklemmen, bald auf die Fläche desselben Eindrücke macht, und sie verdirbt. — Folgendes Streichmaß, welches von Messing verfertigt ist[4]), empfiehlt sich durch zweckmäßige und genaue Bauart, eignet sich aber wegen seines nothwendig hohen Preises kaum zur allgemeinen Einführung. Es besteht aus einem viereckigen Rohre, an welchem das eine Ende verschlossen, das andere offen und so gestaltet ist, daß es den Anschlag bildet. In dem Rohre schiebt sich ein Stab aus und ein, der am äußersten Ende die Reißspitze trägt, und in jeder ihm gegebenen Stellung mittelst einer Druckschraube befestigt werden kann. Zugleich ist dieser Stab mit einer Eintheilung versehen, wodurch man im Stande ist, die Spitze ohne Nachmessen in einen geforderten Abstand von dem Anschlage zu versetzen. Man hat Streichmaße, mit welchen zwei Linien zu gleicher Zeit angerissen werden können, z. B. um Zapfenlöcher vorzuzeichnen (Zapfenstreichmaß, trusquin d'assemblage, *mortice gauge*). Der Anschlag, der Riegel mit seiner Spitze und die Druckschraube

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, IX. 515.
[2]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 565.
[3]) Karmarsch, Mechanik, S. 101.
[4]) Nosban, Manuel du menuisier, Paris 1829, I. 194.

sind wie gewöhnlich. Ueberdies aber enthält der Riegel auf jener Fläche, wo die Spitze steht, seiner ganzen Länge nach eine Furche, worin ein messingenes Stäbchen versenkt liegt, welches an dem der ersterwähnten Spitze zunächst befindlichen Ende gleichfalls mit einer Reißspitze versehen ist. Durch Verschiebung des Riegels in dem Anschlage, und des Stäbchens in dem Riegel, giebt man den zwei Spitzen die erforderliche Entfernung von einander und von dem Anschlage. Gut ist es, die Spitzen so zu formen und anzubringen, daß sie, einander ganz nahe gebracht, zusammen nur eine einzige Spitze bilden, daher dann das Streichmaß wie ein gewöhnliches zu gebrauchen ist. Das Messingstäbchen wird entweder unmittelbar mit der Hand[1]) oder durch eine Führungsschraube (*mortice gauge with screw slide*)[2]) in Bewegung gesetzt: letztere Einrichtung gewährt eine genauere, wenngleich langsamere Stellung. Eine andere Konstruktion besteht darin, daß der Riegel (mit Weglassung des erwähnten Messingstängelchens) aus zwei neben einander in Berührung liegenden Holzstäben gebildet ist, von welchen ein jeder eine Reißspitze trägt und unabhängig von dem andern in der Längenrichtung verschoben werden kann, während die Druckschraube sie beide zugleich feststellt[3]).

Man kann zwar auch das gewöhnliche Streichmaß mit zwei Spitzen versehen, um es als Zapfenstreichmaß zu gebrauchen; da aber diese fest und in unveränderlicher Entfernung von einander stehen, so gewähren sie weniger Bequemlichkeit, und es ist nur eine unvollkommene Abhülfe, wenn man auf jeder der vier Flächen des Riegels ein Paar Spitzen (auf jeder Fläche in einer andern Entfernung) anbringt.

Mit den bisher beschriebenen Streichmaßen reißt man Linien parallel zur geraden Kante eines Bretes 2c., um z. B. anzuzeigen, wo ein Sägenschnitt gemacht werden soll, oder bis wie weit das Holz wegzuhobeln ist, u. dgl. Wenn solche Linien weiter vom Rande entfernt liegen, als der Riegel des Streichmaßes reicht, bedient man sich auch wohl, zur Aushülfe, des Stellmaßes (S. 675), welches man dann wie ein Streichmaß gebraucht, nur daß man, weil es keine Reißspitze besitzt, an das Ende desselben einen Bleistift hält, den man mit fortbewegt.

Für gewisse besondere Fälle erleidet das Streichmaß verschiedene Abänderungen. So muß die am Holze hergehende Fläche konvex gekrümmt sein, wenn man gleichlaufend mit einer konkaven Kante eine Linie ziehen will. — Soll die Reißspitze in eine Vertiefung hinabreichen, so macht man sie angemessen lang. — Es ist ein Streichmaß angegeben, um die Breite einer Leiste oder eines schmalen Bretes durch eine nach der Länge laufende und zu beiden Kanten parallele Linie zu halbiren[4]). — Bei den englischen Tischlern kommt ein **stehendes Streichmaß** (*side gauge*) vor, welches bestimmt ist, innerhalb eines von Wänden umgrenzten Raumes (entweder auf dem Boden, oder auf der innern Seite einer der Wände selbst, in der Nähe des Bodens) Linien anzuzeichnen. Das gewöhnliche Streichmaß verliert in solchen Fällen, und selbst schon dann seine Brauchbarkeit, wenn z. B. nur auf der einen von zwei rechtwinklig zusammenstoßenden Flächen, in der Nähe des Winkels und weit von dem Rande der Fläche entfernt, parallel mit der anderen Fläche eine Linie zu ziehen ist. Das erwähnte Werkzeug ist ein Holzstück von etwa 80 mm Höhe, 60 mm Breite, 20 mm Dicke, dessen untere Fläche genau rechtwinklig gegen die breite Vorderseite sein muß, dessen schmale Seiten zum bequemen Anfassen ausgeschweift, und dessen obere Ecken abgerundet sind. Mitten auf der Vorderseite befindet sich eine senkrecht von oben bis unten gehende Furche, in welcher ein vierkantiges, 6 mm starkes Messingstäbchen eingesenkt und verschiebbar liegt. Das untere Ende dieses Stäbchens enthält eine sehr kurze stählerne Reißspitze, welche rechtwinklig gegen die breite Fläche des Werkzeuges steht. Die Art des Gebrauches erklärt sich hiernach fast von selbst.

---

[1]) Werkzeugsammlung, S. 223. — Polytechnische Mittheilungen, II. 126.
[2]) Werkzeugsammlung, S. 224. — Karmarsch, Mechanik, S. 108. — Polyt. Centr. 1858, S. 782.
[3]) Mittheilungen, Lief. 22 (1840), S. 114; Lief. 26 (1841), S. 453. — Polyt. Centr. 1841, Bd. 2, S. 886; 1842, Bd. 1, S. 320.
[4]) Jahrbücher, III. 481. — Werkzeugsammlung, S. 224. — Polyt. Journ., Bd. 14, S. 23.

Man legt die breite Vorderseite, von welcher die Spitze hervorragt (nachdem letztere durch Verschiebung des Stäbchens an den gehörigen Platz gestellt ist) auf die Fläche des Arbeitstückes, wo die Linie gezogen werden soll, stützt zugleich die vorhin als die untere betrachtete schmale Seite auf die rechtwinklig anstoßende Wand, und führt sie in Berührung mit derselben fort [1]). Verwandt ist das stehende Streichmaß der Metallarbeiter (S. 231).

III. Zirkel [2]).

Der Zirkel, welcher bei Holzarbeiten am häufigsten gebraucht wird, ist ein einfacher eiserner Scharnierzirkel mit verstählten Spitzen (compas, *compasses*). In Fällen, wo solche Zirkel von bedeutender Größe nöthig sind, wie beim Maschinenbau, macht man sie von Holz, und nur die Spitzen von Eisen oder Stahl. Sehr zweckmäßig ist für diesen Fall eine Einrichtung, bei welcher mittelst einer Schraube die Einstellung der Spitzen ebenso genau als bequem verrichtet und zugleich die Festigkeit ihrer Stellung gesichert wird [3]). Diese Schraube ist von Holz, und ihre Richtung so, daß sie in einiger Entfernung von dem Scharniere beide Schenkel unter gleichen Winkeln durchkreuzt. In der Mitte ihrer Länge hat sie einen Knopf zum Anfassen, wenn man sie umdrehen will, um den Zirkel mehr zu öffnen oder zu schließen. Die beiden Hälften enthalten Schraubengewinde von gleicher Ganghöhe, aber das Gewinde der einen Hälfte ist ein rechtes, das der andern ein linkes. So erreicht man, daß stets beide Schenkel zugleich, in entgegengesetzter Richtung bewegt werden, also die Einstellung schnell vollbracht wird. Die Schraube geht nicht durch die Schenkel, sondern liegt auf einer Seite derselben, wo jeder Schenkel eine mit einem runden Zapfen eingesteckte, demnach von selbst nach Maßgabe der veränderten Oeffnung sich drehende Schraubenmutter enthält. Dieser Zirkel mit der eigenthümlichen Stellschraube wird zuweilen als Federzirkel (vgl. S. 233) konstruirt, indem man dessen Schenkel — statt durch ein Scharnier — durch einen elastischen hölzernen Bügel mit einander verbindet [4]). — Man hat auch hölzerne Bogenzirkel [5]), bei welchen die Feststellung des Bogens durch einen Keil bewirkt wird, und deren Bau übrigens mit jenem der eisernen Bogenzirkel (S. 233) übereinstimmt. Die Böttcher gebrauchen einen solchen doppelten (vierspitzigen) Zirkel, dessen Schenkel paarweise eine ungleiche Länge haben, sodaß die beiden Oeffnungen in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen [6]).

Zum Ziehen sehr großer Kreise werden hölzerne Stangenzirkel (compas à verge, *beam compasses*), deren Spitzen von Eisen oder verstählt sind, angewendet [7]).

Hohl- und Dickzirkel sind vorzüglich den Drechslern nothwendig, und von der S. 234, 235 beschriebenen Bauart. Am gewöhnlichsten gebraucht man einen doppelten Zirkel, der auf der einen Seite des Scharnieres als Dickzirkel (Greifzirkel), auf der anderen Seite als Hohlzirkel zu gebrauchen ist (maître de danse, maître à danser, *inside and outside callipers*) [8]), s. S. 235.

Zum Zeichnen von Ellipsen gebrauchen Böttcher und Tischler den bekannten Ovalzirkel (compas à ovale, compas à ellipse, *oval compasses*), der aber für diese Zwecke nur von Holz gemacht wird [9]).

---

1) Mittheilungen, Lief. 24 (1841), S. 245. — Polyt. Centr. 1841, Bd. 1, S. 91.
2) Bulletin d'Encouragement, XXXIV. (1835), p. 112. — Polyt. Journ., Bd. 57, S. 347.
3) Werkzeugsammlung, S. 96. — Karmarsch, Mechanik, S. 132.
4) Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 71. — Polyt. Centr. 1847, S. 485.
5) Technolog. Encyklopädie, VIII. 592.
6) Technolog. Encyklopädie, VIII. 571.
7) Nosban, Manuel du menuisier, I. 186. — Technolog. Encyklopädie, VIII. 577.
8) Nosban, Manuel du menuisier, I. 180.
9) Technologische Encyklopädie, VIII. 618.

IV. Lehren.

Ueber dieselben gilt im Allgemeinen das, was S. 237 und f. gesagt ist. Doch werden sie bei Holzarbeit verhältnißmäßig wenig gebraucht, außer von den Drechslern zur genauen Ausführung gegebener Profile an gedrehten Gegenständen.

V. Winkelmaße (vergl. S. 238)[1].

Dergleichen sind theils zum Nachmessen festbestimmter Winkel, theils für Winkel verschiedener Größe eingerichtet: zu den ersteren gehört das eigentliche Winkelmaß, das Gehrmaß und die Achtkante; zu den letzteren das Schrägmaß.

Das Winkelmaß (der Winkel, équerre, triangle, *square*) dient zur Anzeichnung rechter Winkel und zur Prüfung derselben an ausgeführten Arbeiten. In seiner gewöhnlichen Gestalt besteht es aus einem kurzen, dicken (Anschlag, Kopf, tige), und einem langen, dünnen Schenkel (Zunge, Blatt, lame), über dessen beide Flächen der erstere vorspringt, sodaß man ohne Mühe genau das Werkzeug an die Kante eines Arbeitstückes legen kann, um auf dessen Fläche Linien rechtwinklig gegen die Kante zu ziehen[2]). Der Anschlag ist immer von Holz, aber oft inwendig mit Messing belegt; der dünne Schenkel wird nicht selten von Stahlblech gemacht.

Um körperliche rechte Winkel zu prüfen, taugt natürlich auch ein Winkelmaß mit gleich dicken Schenkeln; aber immer muß sowohl der innere als der äußere Winkel des Instrumentes vollkommen richtig sein, da beide gebraucht werden. Bringt man auf der Innenseite beider Schenkel eines Winkelmaßes eine Eintheilung an, so dient dasselbe bequem zum Messen der Dicke von Hölzern (équerre d'épaisseur). Bei sehr großen Winkelmaßen verbindet man, zu Gunsten der Festigkeit, die beiden Schenkel (nicht eben an den Enden) durch eine diagonale Leiste (écharpe); dann ist der innere Winkel nur unter der Voraussetzung zu gebrauchen, daß der zu prüfende Gegenstand nicht zu groß ist, um in die dreieckige Oeffnung eingebracht zu werden. Die Prüfung des Winkelmaßes auf seine Richtigkeit ist eine so einfache und bekannte geometrische Aufgabe, daß deren Ausführung hier nicht zu beschreiben nöthig sein wird. — Der Schubwinkel (S. 239) wird von Drechslern gebraucht.

Das Gehrmaß (équerre-onglet, équerre à onglet, *mitre square*) dient, um den halben rechten Winkel, und folglich auch dessen Ergänzungswinkel (135°) anzuzeichnen. Der Winkel von 45° führt in der technischen Sprache den Namen Gehrung (onglet, anglet, biais, biaisement, mitre, *mitre*), und kommt bei Bestandtheilen, welche zu einer rechtwinkligen Ecke verbunden werden, regelmäßig vor. Man schrägt nämlich die beiden Stücke nach dem Winkel von 45° ab, fügt die schrägen Seiten an einander und sagt dann, sie seien auf die Gehrung zusammengesetzt (assemblage d'onglet). Man giebt dem Gehrmaße mehrerlei Gestalten. Am einfachsten gleicht es einem Winkelmaße, bis auf den Umstand, daß die beiden Schenkel statt des Winkels von 90° einen Winkel von 135° mit einander bilden; wodurch, wenn der Anschlag an den geraden Rand eines Holzstückes gelegt wird, nach der Kante des Blattes die Linie gezogen werden kann, welche unter 45° gegen den Rand geneigt ist. Oft verlängert man den Anschlag über den Winkel hinaus, sodaß das Werkzeug ungefähr die Form eines *T* erhält, also auf der einen Seite den Winkel von 45°, auf der anderen den Winkel von 135° darbietet. Manchmal wird dagegen der Anschlag so abgekürzt, daß er in der Breite gar nicht, vielmehr nur in der Dicke über das Blatt vorspringt.

Noch eine andere Form ist folgende[3]): Man denke sich den Anschlag als eine etwas starke flache Leiste, welche mitten auf einer ihrer schmalen Seiten eine nach der Länge hinlaufende Furche oder Nuth besitzt, und in diese ein dünneres Bretchen einsetzt. Wir

---

[1]) Technologische Encyklopädie, IX. 501.
[2]) Nosban, Manuel du menuisier, I. 190.
[3]) Nosban, Manuel du menuisier, I. 191.

nehmen an, das Ganze sei so aufgestellt, daß der Anschlag vertikal ist. Nun werde der untere Rand des Anschlages und des Bretchens in einer unter 45° gegen die Horizontale geneigten Richtung abgeschnitten; dadurch bildet die lange Kante des Anschlages mit der neuen Schnittkante einen Winkel von 135°, und mithin das Gehrmaß. Das obere Ende des Werkzeuges wird horizontal abgerichtet, und dient somit als gewöhnliches Winkelmaß (für einspringende rechte Winkel). Endlich versieht man noch das Bretchen mit einem großen rechtwinkligen Ausschnitte, dessen Spitze bis an den Anschlag reicht, und welcher wie der innere Winkel des gewöhnlichen Winkelmaßes gebraucht wird, um ausspringende rechte Winkel an Arbeitstücken zu prüfen.

Die Achtkante ist dem Gehrmaße ganz ähnlich, nur in den Winkeln davon verschieden, welche (statt 45° und 135°) hier $67\frac{1}{2}$° und $112\frac{1}{2}$° sind. Man gebraucht dieses Werkzeug zur Zurichtung solcher Holzstücke, welche zu einem Achtecke zusammengefügt werden; denn die Winkel im Achtecke sind solche von 135°, wovon die Hälfte $67\frac{1}{2}$°.

Das Schrägmaß, der Schrägwinkel, Schrägmodel, Stellwinkel, die Schmiege, fausse équerre, sauterelle, *bevil*, einfach (*angle bevil*)[1]) und doppelt (*T bevil*), ist ganz der Beschreibung S. 239 entsprechend. Man macht es für den Gebrauch der Holzarbeiter entweder ganz aus Holz, oder den Anschlag von Holz und das Blatt von Stahlblech; selten sind beide Theile von Eisen, Stahl oder Messing. Empfehlenswerth ist eine Einrichtung, wonach durch Verschiebung des stählernen Blattes die Schmiege als eine einfache und als doppelte nach Belieben gebraucht werden kann (*slide bevil*)[2]).

VI. Richtscheit.

Um zu erforschen, ob die Fläche abgehobelter Breter vollkommen eben (dégauchie) ist, stellt man ein sehr gerades Lineal (Richtscheit, *straight edge*) mit der Kante an vielen Stellen und nach verschiedenen Richtungen darauf, wobei überall die vollkommenste Berührung sich zeigen muß. Die Tischler bedienen sich hierzu gewöhnlich des sogenannten doppelten Richtscheites (*winding sticks*), nämlich zweier hölzerner Lineale, jedes z. B. 450 oder 600^{mm} lang, 50^{mm} breit, 12^{mm} dick, welche man — solange man sie nicht gebraucht — mittelst zweier Zapfen, die auf der breiten Fläche des einen stehen und in Löcher des anderen passen, zusammensteckt, damit sie nicht einzeln verlegt werden. Zu der obengenannten Anwendung reicht allerdings ein einziges Lineal hin; das zweite aber gewährt den Nutzen, daß man sich jeden Augenblick von der durchaus erforderlichen Geradheit der Kanten (durch Aneinanderlegen derselben) überzeugen kann. Diese Vorsicht ist, des möglichen Werfens wegen, sehr wesentlich. Das doppelte Richtscheit dient aber auch als ein empfindliches Prüfungsmittel, um die windschiefe Beschaffenheit einer langen Fläche zu entdecken, in welcher Absicht man die beiden Lineale nahe an den Enden der Fläche parallel zu einander aufstellt; beim Darübervisiren decken sich alsdann die oberen Kanten der Lineale vollständig, wenn die Ebene richtig ist.

Die französischen Tischler haben zu gleichem Behufe eine etwas andere Vorrichtung (réglets), die in Folgendem besteht[3]). Zwei viereckige etwas dicke Bretchen, jedes mit einem quadratischen Loche in der Mitte, sind auf eine recht gerade vierkantige Stange geschoben, und lassen sich auf derselben in geringere oder größere Entfernung von einander versetzen. Ihre unteren schmalen Flächen müssen sehr gerade abgerichtet und bei jeder Stellung, die man ihnen längs der Stange giebt, genau in derselben Ebene sein. Wenn beim Aufsetzen des Werkzeuges auf die verschiedenen Theile einer Fläche sich irgendwo eine unvollkommene Berührung bemerken läßt, so ist ein Mangel in der Ebenheit dieser Fläche.

---

1) Nosban, Manuel du menuisier, I. 192.
2) Mittheilungen, Lief. 66, 67 (1852), S. 221.
3) Nosban, Manuel du menuisier, I. 185.

VII. Senkblei und Setzwage.

Bei der Aufstellung mancher Tischlerarbeiten (z. B. Billardtische, Bauarbeiten), hölzerner Maschinen u. s. w. kommt es wesentlich darauf an, daß gewisse Theile eine genau horizontale oder vertikale Lage erhalten. Hierzu werden die beiden genannten Geräthschaften gebraucht. — Das Senkblei (Loth, Senkloth, Bleiloth, plomb, fil à plomb, *plumbine*), womit man erforscht, ob ein Gegenstand senkrecht (d'aplomb) steht, ist wie bekannt nichts weiter als eine dünne Schnur, an welcher ein konisches, birnenförmiges oder ähnlich gestaltetes Gewichtchen von Blei, Eisen oder Messing angebracht ist. Da die solchergestalt beschwerte Schnur freihängend von selbst die vertikale Richtung annimmt, so darf man sie nur neben eine zu prüfende Kante halten, um deren etwa vorhandene Abweichung von jener Richtung zu erkennen. Das Senkblei gebraucht man auch, um einen Punkt zu finden, der senkrecht unter einem anderen gegebenen liegt; und man versieht hierzu das Gewichtchen unten in seinem Mittelpunkte mit einer Spitze.

Um ebene Flächen horizontal zu stellen, dient die Setzwage (niveau, niveau à plomb, *level*), der man gewöhnlich die folgende Gestalt giebt. Ein wie der umgekehrte Buchstabe T (⊥) gestaltetes Holzstück, von etwa 30^{mm} Dicke und 70^{mm} Breite an jedem seiner drei Arme, wird auf der unteren schmalen Fläche genau rechtwinklig gegen die breite Vorder- und Hinterfläche abgerichtet. Ferner macht man von unten her in der Bodenfläche einen Ausschnitt von der Gestalt eines ∩, der sich gerade unter dem senkrechten mittleren Theile befindet, zieht von der Mitte dieses Ausschnittes eine gegen die Bodenfläche senkrechte Linie hinauf, bezeichnet deren Enden durch tiefe Stiche, und hängt an dem oberen Endpunkte der Linie den Faden eines Senkbleies an, dessen Gewicht in dem Ausschnitte spielt. Wird das Werkzeug, in der bei der Erklärung angenommenen aufrechten Stellung, mit der untersten schmalen 300^{mm} langen Fläche auf eine horizontale Ebene gesetzt, so deckt der Faden den Strich oberhalb des Ausschnittes: dadurch also, daß dies nicht stattfindet, giebt sich jede Abweichung von der horizontalen Lage des Gegenstandes zu erkennen, wenn man die Prüfung mit der Setzwage in verschiedenen Richtungen vornimmt. Kleinere Setzwagen macht man aus Messing in Gestalt eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks (niveau triangulaire), dessen Hypothenuse auf die zu prüfende Fläche gesetzt wird, während von der Spitze des rechten Winkels die mit Blei beschwerte Schnur herabhängt. Dann kann ein aus der gedachten Spitze als Mittelpunkt beschriebener eingetheilter Quadrant dazu dienen, den Neigungswinkel schräger Flächen zu bestimmen. — Man kann ein 600^{mm} langes und 150^{mm} breites Bret genau rechtwinklig zurichten, auf einer Fläche desselben die Breite durch eine ganz entlang gezogene Linie halbiren, an einem Ende einen halbrunden Ausschnitt für das Senkblei machen, und den Faden des letzteren an dem entgegengesetzten Endpunkte der Linie durch Einklemmung in einem kurzen Sägenschnitte befestigen. Setzt man das Bret mit der unteren schmalen Seite auf eine Fläche, welche wagerecht, oder hält man eine der langen Kanten seitwärts gegen eine solche, die vertikal sein soll, so darf der Faden nicht von der Linie abweichen. — Durch eine besondere Einrichtung der Setzwage wird erreicht, daß man nicht nur die Neigung einer vorhandenen Linie oder Fläche gegen den Horizont bestimmen, sondern auch eine geforderte Neigung herstellen kann (niveau de pente)[1]).

Unter den englischen Tischlerwerkzeugen findet man auch das Winkelmaß mit der Setzwage vereinigt *(triangle square)*. Es ist nämlich ein rechtwinkliges Dreieck von Stahlblech, neben dessen einer Kathete der Faden eines kleinen Senkbleies herabhängt. — Es giebt auch Setzwagen, welche zur Prüfung vertikaler wie horizontaler Flächen dienen und von geneigten Flächen den Neigungswinkel in Graden angeben[2]).

---

[1]) Bulletin d'Encouragement 1861, p. 321. — Polyt. Centr. 1861, S. 1347.
[2]) Mittheilungen 1853, S. 266; 1861, S. 152. — Polyt. Journ., Bd. 131, S. 341.

In manchen Fällen gebraucht man zur Horizontalstellung eine Wasserwage (Röhren- oder Dosen-Libelle), wodurch größere Genauigkeit als mit der Setzwage erreicht werden kann, weil das Instrument empfindlicher ist. An Winkelmaßen ist öfters auf der inneren Seite des Anschlages eine Röhren-Libelle *(spirit level)* eingelassen; ja man hat sogar Winkelmaß, Gehrmaß, Schrägmaß und Wasserwage in einem und demselben Instrumente vereinigt [1]). Empfehlenswerth sind kleine Taschen-Wasserwagen, welche zum Gebrauch an jedes zur Hand befindliche Lineal oder Winkelmaß angeschraubt werden können [2]); sowie Röhrenlibellen in genau rechtwinklig gearbeitetem Rahmen oder Kasten, dessen Außenseiten an eine horizontale oder vertikale Fläche gelegt, auch die Untersuchung der letzteren gestatten; endlich solche mit eingetheiltem Halbkreis und in denselben eingreifender Tangentenschraube, wodurch man die Neigung schiefer Flächen mißt (niveau de pente à vis).

Dritte Abtheilung.

Mittel zur Zertheilung und Formung [3]).

I. Axt, Beil, Texel.

Axt und Beil sind zwei einander so nahe verwandte Werkzeuge, daß nach dem in den Gewerben eingeführten Sprachgebrauche eine strenge Unterscheidung derselben nach bestimmten Kennzeichen nicht durchzuführen ist. Im Allgemeinen kann indessen als richtig angenommen werden, daß 1) die Axt zum Spalten des Holzes und zum Behauen aus dem Groben, dagegen das Beil vorzüglich zum Reinbehauen gebraucht wird; 2) die Axt größer, aber an der Schneide schmäler und mit einem längeren Stiele versehen ist, als das Beil; 3) die Axt von beiden Seiten der Schneide zugeschärft ist, das Beil aber nur eine Zuschärfungsfläche (biseau) hat, wodurch bei der ersteren die Schneide in die Mitte der Dicke, bei dem letzteren an eine der Seitenflächen zu liegen kommt. Uebrigens sind die Benennungen der Haupttheile bei beiden Werkzeugen übereinstimmend. Der hohle Theil, in welchem der Stiel (Helm, manche) steckt, wird das Oehr oder die Haube, auch das Haus (oeil, douille), dessen hinterste Fläche, welche gewöhnlich verstählt ist, die Platte, der Nacken, genannt.

Die Axt (cognée, coignée, hache, *ax*, *axe*) [4]) ist (abgesehen von ihrer Anwendung zum Holzfällen und Holzspalten) fast ausschließlich zur Verfertigung der gröbsten Holzarbeiten, also bei den Zimmerleuten, im Gebrauch. Hier kommen vor:

1) Die Zimmeraxt, Bundaxt oder Bandhacke (cognée) [5]), 300mm lang (rechtwinklig gegen den Stiel gemessen), an der zweiseitig zugeschärften Schneide 85 bis 100mm breit. Die Schneide ist geradlinig, der Stiel 900mm lang (das im Oehr steckende Ende mitgerechnet). Gewicht 1,8 bis 3,6kg. Sie dient zum Behauen der Holzflächen.

---

[1]) Brevets 1844, T. 38, p. 336.

[2]) Mittheilungen 1853, S. 110; 1860, S. 165. — Polyt. Journ., Bd. 129, S. 336.

[3]) Die zur Bearbeitung des Holzes angewendeten Werkzeugmaschinen. Von J. Lindenhagen. 8. Weimar 1862. (Bd. 69 des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — J. Richards, A treatise on the construction and operation of wood-working machines. London, New-York 1872. — J. Richards, on the arrangement, care and operation of wood-working Factories and Machinery. New-York, London 1873. — W. F. Exner, Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung auf der Wiener Weltausstellung 1873. Wien 1874.

[4]) Technolog. Encyklopädie, I. 417. — Mittheilungen, Lief. 8 (1836), S. 71; Lief. 9 (1836), S. 139. — Polyt. Journ. Bd. 44, S. 288. — Deutsche Gewerbezeitung 1850, S. 430.

[5]) Wolfram, Handbuch für Baumeister, I. Bd. Rudolstadt 1821, S. 459.

2) Die Querart, Zwergart (bisaiguë, bésaigue)[1]), um Löcher auszuhauen 2c.; hammerähnlich gestaltet, nämlich so, daß das Blatt oder Eisen über beide Seiten des Stieles gleich weit vorragt; 500mm lang, an jedem Ende mit einer Schneide versehen, wovon die eine (planche, panne) dünn, zweiseitig zugeschärft, 40mm breit und parallel zum Stiele gestellt ist, die andere, viel dickere, nur von außen (von der dem Stiele entgegengesetzten Seite her) eine Abschrägung hat, nur 25mm mißt und quer gegen den Stiel steht. Der Stiel ist 900mm lang.

3) Die Stoßart, Stichart (*mortice axe*)[2]), zum Ausputzen der Zapfen und Zapfenlöcher; in der Hauptform der Zimmerart ähnlich, aber 500mm lang, an der Schneide und durchaus 60mm breit. Die Zuschärfung liegt nur auf einer Seite, und erstreckt sich außer der zur Haube parallelen Schneide noch 110mm weit längs der zwei anstoßenden Ränder hinauf. Ein Stiel wird hierbei nicht gebraucht; man faßt die 150mm lange Haube unmittelbar mit der Hand, da das Werkzeug nicht geschwungen, sondern nur stoßend mit geringer Erhebung angewendet wird.

Das Beil (hache, hachette, *hatchet*)[3]) ist unter den Holz verarbeitenden Gewerben weit allgemeiner verbreitet. Wenn es, wie oft geschieht, zum Spalten und groben Behauen kleiner Holzstücke gebraucht wird, so hat es eine zweiseitig zugeschärfte Schneide und einen geraden Stiel. Bedient man sich desselben zum Ebnen von Flächen, so ist die Zuschärfung einseitig, der Stiel etwas nach der abgeschärften Seite des Blattes hinaus gekrümmt, damit die Hand ihn ungehindert umfassen kann, während die ebene Fläche des Eisens platt das Holz berührt. Aus demselben Grunde ist oft noch überdies die Haube so gegen das Blatt gestellt, daß sie mit der Fläche desselben einen kleinen Winkel macht, und also der Stiel (auch abgesehen von seiner Krümmung) eine von der flachen Seite abweichende Richtung erhält. Einige Arten kommen als rechte und linke Beile vor, bloß dadurch verschieden, daß die Zuschärfung, vom Stiele aus betrachtet, an der rechten oder an der linken Seite des Blattes liegt, wodurch das Werkzeug zum Arbeiten mit der rechten oder linken Hand geeignet wird. Sehr gewöhnlich gebraucht man das Beil auch umgekehrt, statt eines Hammers, um mittelst des verstählten Nackens Nägel einzuschlagen; zu diesem Behufe ist oft die Fläche des Nackens mit kleinen Grübchen oder kreuzweisen Furchen versehen, damit sie nicht von den Nagelköpfen abgleitet. Um Nägel, die sich beim Einschlagen biegen, ohne Zange wieder auszuziehen, dient ein tiefer und schmaler Einschnitt in dem Blatte des Beiles, oder ein Loch, welches in eine schmale Kerbe sich verlängert; man giebt auch wohl dem Beile hinten an der Haube einen aus zwei etwas gebogenen Lappen bestehenden Nägelzieher.

Die wichtigeren Arten des Beiles sollen hier angegeben und nach den Gewerben, für welche sie zunächst bestimmt sind, abgetheilt werden. Dabei ist überall die Schneide als einseitig zugeschärft anzunehmen, wo nicht das Gegentheil ausdrücklich bemerkt wird.

a) Beile für Zimmerleute[4]):

1) Das Breitbeil, Dünnbeil, Zimmerbeil, doloire, épaule de mouton (rechtes und linkes), zum Ebnen der mittelst der Zimmerart beschlagenen Flächen; an der (fast geradlinigen) Schneide 320mm breit, der Stiel 600mm lang.

2) Das Handbeil, kleiner als das vorige, mit gerader Schneide und 450mm langem Stiel; zum Behauen kleiner Hölzer, die man in einer Hand halten kann, zum Einschlagen der Nägel 2c.

b) Für Wagner (Stellmacher):

1) Das Richtbeil, Rundbeil, die Rundhacke, mit 300mm langer, stark bogenförmiger Schneide, und 450mm langem Stiel.

2) Die Stockhacke, das Stockbeil, ein kleines Beil mit wenig gekrümmter Schneide.

---

[1]) Wolfram, III. Bd. Rudolstadt 1824, S. 3.
[2]) Wolfram, III. 3.
[3]) Technolog. Encyklopädie, II. 1.
[4]) Wolfram, Handbuch für Baumeister, I. 460, III. 3.

3) Die Spitzhacke, groß und dünn; die Schneide nach dem Stiele zu in Viertelkreisform gerundet, in der entgegengesetzten Richtung gerade und zu einer langen Spitze auslaufend.

4) Das Felgenbeil, von beiden Seiten zugeschärft, an der Schneide 150 bis 170 mm breit, der Stiel 370 mm lang.

c) Für Böttcher [1]):

1) Das Breitbeil, Lenkbeil, die Breithacke, Binderbarte (doloire, *broad axe*), 270 mm (in der Richtung der Schneide) lang, 120 mm breit, dünn im Blatte; Schneide bogenförmig; der Stiel 450 bis 600 mm lang.

2) Das Segerz (in Ungarn und Oesterreich gebräuchlich), mit stärker gekrümmter, 200 bis 250 mm langer Schneide, und in der dem Stiel entgegengesetzten Richtung spitz auslaufend. Dieses und das vorige dienen zum Behauen der Faßstäbe und zu ähnlichen Arbeiten.

3) Das Handbeil (*hatchet*) nach englischer Art, mit 170 mm langer, wenig bogenförmiger Schneide und 400 mm langem Stiele; zu kleineren Arbeiten.

4) Das deutsche Handbeil; in der Nähe der Schneide 150 mm breit (parallel mit dem Stiele gemessen), der Stiel 370 mm lang. Die Schneide bildet nach der Stielseite hin einen starken Bogen, wie ein Viertelkreis, läuft aber weiterhin ziemlich gerade bis an das dem Stiele entgegengesetzte Ende, wo das Blatt rechtwinklig gegen den Stiel abgeschnitten ist.

5) Die Kliebhacke, zweiseitig zugeschärft, 150 mm an der Schneide breit, mit 450 mm langem Stiele; zum Spalten kleiner Holzstücke.

6) Die Spitzhacke, ähnlich dem gleichnamigen Werkzeuge der Wagner, aber kleiner.

7) Das Bindmesser (cochoire), vielmehr eine Art Hackmesser als ein eigentliches Beil, aber gleich einem solchen einseitig zugeschärft.

d) Für Tischler:

1) Das Schreinerbeil, Tischlerbeil, mit dem Handbeile der deutschen Böttcher (s. oben c, 4) übereinstimmend.

2) Das Handbeil, die Tischlerhacke (hache à poing, hachereau, hacheron, hachon, hachette), von einer Seite, auch von beiden Seiten zugeschärft, mit 150 bis 170 mm messender, wenig gekrümmter Schneide und 400 mm langem Stiele. Die Drechsler bedienen sich dieses Werkzeuges ebenfalls.

Beile und Aexte müssen gut verstählt, gehärtet und bis zur violetten oder blauen Farbe angelassen sein. Bei den zweiseitig angeschliffenen ist der Stahl in die Mitte des Eisens eingeschweißt; bei den nur von einer Seite geschärften liegt er als eine dünne Platte (table) außen auf jener Fläche, welche nicht abgeschärft ist. Die Befestigung des Stieles verdient Aufmerksamkeit. Am besten ist es, wenn das Oehr nach der Seite hin, wo der Stiel nicht heraustritt, sich etwas erweitert. Man treibt das gehörig passend gemachte, zapfenartig abgesetzte Ende des Stieles mit Gewalt ein, spaltet dasselbe auf, füllt den Spalt mit einem hinein geschlagenen Keile von hartem Holze, schneidet den hervorragenden Theil des Stieles und des Keiles etwa 2 mm weit vor dem Oehre ab, und staucht ihn durch Hammerschläge so zusammen, daß er mit dem Eisen eben wird. Die Stiele werden aus Eschen- oder Weißbuchenholz gemacht; krumme arbeitet man am besten aus krummgewachsenem Holze; sonst biegt man sie naß am Feuer; am wenigsten günstig für die Dauerhaftigkeit ist es, die Krümmung aus geradem Holze durch Behauen und Zuschneiden zu bilden.

Unter dem Namen Texel, Dexel, Dechsel, Deichsel, Deissel, Haue, Krummhaue (assette, essette, asseau, hachette, erminette, herminette, *adze*, *addice*, *howel*)[2]) gebrauchen mehrere Holzarbeiter ein beilartiges Werkzeug, um konkave Flächen (wie die innere Seite der Faßdauben, der Radfelgen, Wasserrinnen 2c.) zu behauen, wie auch um auf ebenen Flächen zu arbeiten, welche wegen ihrer horizontalen Lage die bequeme Anwendung des Beiles nicht gestatten. Das Eigenthümliche des Texels besteht darin, daß das Blatt nicht annähernd in einer Ebene mit dem Stiele liegt, sondern quer gegen denselben gestellt ist. Die Zuschär-

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 563, 614, 622.
[2]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 571; XVIII. 308. — Wolfram, Handbuch für Baumeister, III. 3. — Mittheilungen, Lief. 16 (1838), S. 183. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 295; Jahrg. 1847, S. 1123.

fung der Schneide liegt auf der inneren (dem Stiele zugewendeten) Seite. Uebrigens unterscheidet man gerade (herminette plate) und krumme (herminette creuse, h. à gouge) Texel: bei ersteren ist das Blatt flach, und nur etwas gegen den Stiel hinabgebogen, die Schneide gerade, oder fast so; bei den letzteren ist es nicht nur stärker nach dem Stiele zu gekrümmt, sondern auch der Breite nach gewölbt (sodaß die hohle Seite unten hin steht), und die Schneide noch überdies dergestalt bogenförmig, daß die Endpunkte, mit der Mitte verglichen, zurückgezogen erscheinen. Oft erstreckt sich über die Haube hinaus eine Verlängerung des Blattes, welche die Gestalt eines Hammers mit flacher viereckiger Bahn hat und als solcher gebraucht wird.

Der gerade Texel der deutschen Böttcher hat gewöhnlich eine 60 mm breite Schneide, einen 300 mm langen Stiel und den erwähnten Hammer. Unter den englischen Böttcher-Werkzeugen befinden sich folgende Arten von Texeln: 1) Gerader Texel, Krummhaue *(barrel howel)*, Schneide 60 mm, Stiel 320 mm; 2) Krummer Texel, Mollenhaue *(butt howel)*, Schneide 120 mm, Stiel 340 mm; 3) Gerader Texel mit Hammer *(notching adze)*, Schneide 66 mm, Stiel 340 mm; 4) Krummer Texel mit Hammer *(rounding adze)*, Schneide 100 mm, Stiel 400 mm. — Der Felgentexel bei den Wagnern ist ein gerader, an der Schneide 100 mm breiter, mit 340 mm langem Stiele. — Die Zimmerleute gebrauchen, außer den gewöhnlichen geraden und krummen Texeln, einen Gerinne-Texel, dessen Schneide 85 mm mißt und die Gestalt der Figur ⌐¬ hat, wenn man sich die beiden Winkel abgerundet vorstellt: der Stiel ist 500 mm lang. Um auf der Erde liegendes Holz (z. B. Eisenbahnschwellen) im Stehen zu bearbeiten, giebt man dem Texel einen Stiel von etwa 800 mm Länge.

II. Messer.

Zum Abschneiden, Zerspalten und Zuschneiden kleiner Holzbestandtheile, zur Bildung von Einschnitten, ja zum Glätten und Zurichten selbst größerer Oberflächen, die nicht eben sind, werden verschiedene Arten von Messern gebraucht. Dieselben werden nicht, wie Axt, Beil und Texel, durch Wirkung eines Schlages, sondern durch den unmittelbar von Hand ausgeübten Druck zum Eindringen gebracht, daher sie bei verhältnißmäßig langer Schneide nur geringe Masse haben. Es giebt Werkzeuge (Schlagschnitzer), welche bald wie ein Beil, bald wie ein Messer gebraucht werden, daher den Uebergang von der einen zur anderen Werkzeuggruppe darstellen. Das einfachste aller Messer ist der Schnitzer (couteau, *whittle*), welcher von Tischlern[1], Böttchern[2], Korbmachern ꝛc. angewendet wird. Bei den gewöhnlichen Schnitzern der Böttcher ist die Klinge 100 bis 130 mm lang, etwa 25 mm breit, zugespitzt und wird in einem 100 mm langen, mit der Hand zu umfassenden Hefte befestigt; die Schneide bildet eine gerade oder leicht nach auswärts gekrümmte Linie. Auch der gewöhnliche Korbmacher-Schnitzer (*shop knife*)[3] hat ein kurzes Heft und unterscheidet sich von dem vorigen vorzüglich durch die etwas geringere Dicke; seine Schneide ist immer geradlinig, das Ende der Klinge entweder in eine scharfe Spitze auslaufend oder auch stumpf abgeschnitten. Außerdem gebrauchen die Korbmacher öfters einen ganz kurzen Schnitzer mit stark konvex bogenförmiger Schneide (*picking knife*), um auf der konkaven Innenfläche der Körbe hervorragende Weidenruthen-Enden wegzunehmen. Der Tischler-Schnitzer (den man fast nur anwendet, um Linien quer über die Fasern in das Holz einzuschneiden) wird mit einem 500 mm langen, oben zum bequemen Auflegen auf die Achsel gebogenen Stiele versehen; die Klinge hat 100 mm Länge, 25 oder 30 mm Breite, einen ziemlich dicken Rücken und eine gerade, in eine scharfe Spitze ausgehende Schneide.

Zum Beschneiden des Holzes auf der Schnitzbank (S. 672) hat man in den Werkstätten der Böttcher, Wagner ꝛc. die bekannten, mit zwei Handgriffen versehenen Schnittmesser, Reifmesser, Zugmesser, Ziehmesser (plane, *drawing*

[1]) Polytechn. Mittheilungen, III. 10.
[2]) Technologische Encyklopädie, VIII. 606. — Polytechn. Mittheilungen, III. 9.
[3]) Polytechn. Mittheilungen, III. 9.



knife)[1], welche einseitig zugeschärft, 45 bis 50 mm breit, an der Schneide 230 bis 400 mm lang sind. Sie sind entweder gerade (Geradeisen, *drawing knife*), zur Bearbeitung ebener und konvexer Flächen; oder gebogen (Krummeisen, *hollowing knife*), zum Gebrauch auf konkaven Flächen; in England kommen bei den Böttchern Schnittmesser vor, deren Klinge zum Theil gerade, zum Theil krumm ist, also beide eben genannte Arten in sich vereinigt (*jigger knife*). Den Krummeisen ähnlich, aber kleiner und viel stärker gebogen, sind die Schaber, Rundschaber (*round shave*), zum Glattschaben kleiner Böttcherarbeiten im Innern[2]). Zu den Schnittmessern gehört auch das Stöckchenmesser der Wagner, welches zwischen seinen zwei Griffen statt der Klinge bloß einen Eisenstab enthält, in welchem quer (ungefähr parallel zu den Griffen) ein nur 24 bis 50 mm breites Messer (Stöckchen) mittelst seiner Angel und einer Druckschraube befestigt wird. Man kann hiermit sehr bequem in schmalen Räumen arbeiten und, wenn man ein Messer mit bogenförmig ausgeschweifter Schneide (einen sogenannten Stab) einsetzt, auch die Rundungen von Leistenwerk beschneiden oder abschaben.

Oft gebraucht man zum Schnitzen und Beschneiden des Holzes (z. B. um ihm zum Einspannen in der Drehbank die rohe Gestalt zu geben, so wie bei Verfertigung der Schuhleisten, größeren Kinderspielzeuges &c.) ein Schnitzmesser mit langem eisernen Griffe, welches an dem diesem Griffe entgegengesetzten, über die Schneide hinaus verlängerten Ende einen Haken bildet, um mittelst desselben in einem auf der Werkbank angebrachten Ringe eingehängt zu werden, wodurch ein Drehpunkt für die auf und nieder gehende Bewegung entsteht[3]). Manchmal wird ein ähnliches Messer, mit 300 bis 340 mm langer Schneide, in Senkrechtführungen angebracht, um eine genauere Bewegung zu erhalten. Wird das Holz eine Stunde lang in Wasser gekocht oder stark mit Wasserdampf getränkt, so offenbart es in noch heißem Zustande einen hohen, das Schneiden mit dem Messer sehr erleichternden Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit. Birken-, Erlenholz &c. können auf diese Weise vorbereitet, mit erstaunlicher Schnelligkeit der Länge nach in 100 bis 150 mm breite Blätter geschnitten oder gespalten werden, welche man dann dicht zusammengepreßt trocknen läßt, damit sie sich nicht werfen. Ja selbst quer durch die Fasern geht unter den gedachten Umständen das Zerschneiden mit dem Messer so gut ohne Bruch von Statten, daß man aus abgedrehten und in der Achse durchbohrten Zylindern von 25 bis 50 mm Durchmesser 6 bis 8 mm dicke Scheiben schneidet, welche als Räder an kleinen Kinderwagen gebraucht werden.

Um Zeichnungen (zu Druckformen) in Holz zu schneiden, dient eine kleine, scharfspitzig zugeschliffene Messerklinge[4]), welche in ein 170 mm langes Heft so gefaßt ist, daß nur die Spitze hervorragt, die Klinge aber nach und nach herausgezogen werden kann, in dem Maße, wie das Nachschleifen es erfordert.

Endlich ist unter den messerartigen Werkzeugen noch der bei den Tischlern gebräuchliche Schneidmodel (trusquin à lame, *cutting gauge*) anzuführen, womit gerade Schnitte ins Holz gemacht oder von dünnen Holzblättern gleichbreite Stücke (z. B. zu eingelegter Arbeit) abgeschnitten werden. Er hat völlig die Gestalt eines einfachen Streichmaßes (S. 676), und wird wie dieses gebraucht: nur ist statt der Spitze ein kleines sehr scharfes Messer[5]) angebracht, sodaß dieses Werkzeug einen Schnitt macht, wo das Streichmaß nur eine Linie zieht[6]).

III. Grabstichel.

Einige Arten derselben (besonders der rautenförmige oder hohe Grabstichel, der Messerzeiger, der Rundstichel &c., S. 246, 247) werden bei der Ausarbeitung feiner Holzschnitte, die zum Abdruck in der Buchdruckerpresse bestimmt sind, angewendet.

---

1) Technolog. Encyklopädie, VIII. 568, 615.
2) Technolog. Encyklopädie, VIII. 619.
3) Holtzapffel, I. 26.
4) Werkzeugsammlung, S. 253.
5) Polytechn. Mittheilungen, III. 10.
6) Technolog. Encyklopädie, IX. 520.

IV. **Stemm- und Stechzeug** (Eisen, Beitel)[1].

Hierunter wird eine Klasse von Werkzeugen zusammengefaßt, welchen man füglich den (freilich in der Kunstsprache nicht gangbaren) gemeinschaftlichen Namen Holzmeißel geben kann, weil sie in der That für die Bearbeitung des Holzes das sind, was die Meißel (S. 244) bei den Metallarbeiten. Die Hauptzwecke, zu welchen Holzmeißel angewendet werden, sind: das Wegnehmen kleiner Holztheile an Stellen, wo man mit der Säge, dem Hobel ꝛc. nicht ankommen oder die Absicht nicht so schnell, nicht so sicher und genau erreichen kann; die Bildung von Einschnitten, Ausarbeitung mannigfaltiger Vertiefungen und Löcher (z. B. Zapfenlöcher bei Holzverbindungen); die Verfertigung geschnitzter Verzierungen u. s. f. Die Zimmerleute, Wagner, Tischler, Bildhauer, Büchsenschäfter, Futteralmacher, Formschneider zählen Holzmeißel verschiedener Art zu ihren unentbehrlichsten Werkzeugen. Im Allgemeinen bestehen dieselben aus einer angestählten eisernen (seltener ganz stählernen) Klinge, welche an einem Ende zu einer querstehenden Schneide geschliffen ist, mit dem anderen fast immer an oder in einem hölzernen Hefte so befestigt wird, daß dieses und die Klinge in einer Linie liegen. Das Eindringen in das Holz wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich entweder bloß durch den Druck der Hand (Stechen), oder durch Schlagen mit einem großen Hammer (Schlägel, Raipfel, Knipfel, Klöpfel, maillet, *mallet*) aus hartem, z. B. Buchsbaum- oder Weißbuchen-Holze, von verschiedener Form und Größe (Stemmen).

Das Heft macht man gewöhnlich sechs- oder achtkantig, auch wohl flach (mit zwei bauchig gerundeten breiten Seiten), damit es fest in der Hand liegt, ohne sich drehen zu können; nur die kleinen Eisen der Formschneider (Modelstecher) bekommen runde, denen der Grabstichel (S. 246) etwas ähnliche, jedoch niemals abgeplattete, Hefte. Die Eisen, mit welchen das Holz weggestochen wird (jedenfalls nur die kleineren und dünnschneidigen) erhalten eine spitzige Angel, welche ohne weitere Vorkehrung in ein Loch des Heftes eingesteckt wird. Jene, die zum Wegstemmen der Holztheile dienen, müssen (was allerdings auch bei den ersteren sehr zweckmäßig ist) zwischen Angel und Klinge einen scheibenartigen Ansatz haben, der sich vor dem Loche des Heftes gegen letzteres stützt und so das Aufspalten desselben, durch gewaltsames Eindringen des Eisens, verhindert. Die größten der hierher gehörigen Werkzeuge (für Zimmerleute) versieht man statt der Angel mit einem trichterartigen Rohre (douille, *socket*), in welches das Heft eingeschoben wird; um das entgegengesetzte (unmittelbar vom Hammer getroffene) Ende des Heftes wird dann ein eiserner Ring gelegt: durch dieses Mittel ist dem Spalten auf das Vollkommenste vorgebeugt. Nur einzelne Arten von Eisen werden ohne Heft gebraucht, indem man unmittelbar auf den stumpfen eisernen Stiel, welcher statt der Angel daran sitzt, mit dem Hammer schlägt. — Der Schlägel kann aus Eisen oder Messing gegossen und auf den Schlagflächen mit eingesetzten, also beliebig zu erneuernden Holzstücken versehen werden, wodurch er dauerhafter und bequemer (nämlich bei dem erforderlichen Gewichte von kleinerem Formate) ist[2].

Die Größe der Eisen ist nach der Feinheit der Arbeit, zu welcher sie bestimmt sind, verschieden. Ihre Länge, obwohl sehr ungleich (ohne die Angel und das Heft meist zwischen 120 und 230, bei dem Formschneider-Eisen sogar nur 85 ^{mm}), unterliegt dennoch geringeren Abweichungen als die Breite, welche letztere zugleich das Maß der schneidenden Kante ausdrückt. Die breitesten Eisen sind, der Regel nach, auch die längsten. Jeder Holzarbeiter, welcher sich der Eisen bedient, muß von jeder der Form nach verschiedenen Gattung ein Sortiment, einen Satz (z. B. 6 bis 12 Stück) in den erforderlichen Abstufungen der Breite vorräthig haben. Die Verschiedenheiten der Form beziehen sich auf die Gestalt der Schneide (ob dieselbe geradlinig, winkelförmig oder krummlinig); auf die Art ihrer Zuschärfung (ob einseitig mittelst einer Facette, biseau, oder zweiseitig durch unmerklich fortlaufende Verdünnung); auf ihre

[1]) Werkzeugsammlung, S. 231. — Technologische Encyklopädie, II. 172; IX. 554. — Polytechn. Mittheilungen, II. 37.

[2]) Mittheilungen, Lief. 66/67 (1852), S. 222.

Stellung (ob rechtwinklig oder schief gegen die Achse des Werkzeuges). Die einzelnen Arten sind folgende:

a) Mit gerader, einseitig zugeschärfter Schneide:

Der Stechbeitel (ciseau, *chisel*), 3 bis 50 mm, und zuweilen bis 75 mm breit; die Schneide rechtwinklig gegen die Achse des Werkzeuges; die Zuschärfungsfläche bildet mit der gegenüberstehenden, nicht abgeschärften Fläche einen Winkel von 18 bis 30 Grad.

Man unterscheidet starke Stechbeitel *(firmer chisel, former chisel)*; ferner dünne Stechbeitel *(paring chisel)*, bei gleicher Breite dünner und länger als die vorigen; Zimmermanns-Stechbeitel *(millwright's chisel)*, länger und dicker; Rohr-Stechbeitel *(socket chisel)*, sehr stark und in eine rohrartige Hülse endigend, worin das Heft steckt (S. 687). Besonders dicke Stechbeitel für Zimmerleute führen in England den Namen *stalking chisel*; sehr breite (63 bis 127 mm) und dabei sehr lange (460 bis 510 mm) zum Gebrauch der Schiffbauer werden *ship slice* genannt.

Die Flacheisen der Formschneider sind kurze, nur 1,5 bis 6 mm breite Stechbeitel.

Der (englische und französische) Lochbeitel (bédane, bec d'âne, *mortice chisel*) unterscheidet sich vom Stechbeitel durch sehr viel größere, die Breite oft bedeutend übertreffende Dicke; ist 1,5 bis 25 mm breit; Zuschärfungswinkel 25 bis 35 Grad; dient zum Ausstemmen der Zapfenlöcher und anderer Vertiefungen, wobei man, um die Arbeit zu fördern, starke Späne nimmt.

Die Kantbeitel *(cant chisel, cant firmer chisel)*, eine Art langer und starker Stechbeitel für Wagner, haben auf der Seite, wo die Zuschärfung liegt, der ganzen Länge nach in der Mitte eine niedrige Rippe, sodaß der Querschnitt ein gedrücktes Fünfeck ist. Sie werden dadurch zum Ausstemmen enger und tiefer Löcher tauglich, in welchen die Lochbeitel ihrer großen Dicke wegen nicht anwendbar sind.

b) Mit gerader, zweiseitig zugeschärfter Schneide:

Das Stemmeisen (fermoir), dem Stechbeitel — bis auf die eben erwähnte Art der Zuschärfung — gleichend; 12 bis 36 mm breit; dünn in der Klinge, daher nicht zu grober Arbeit geeignet. Gewöhnlich wird die Zuschärfung durch eine allmälige, bogenförmig zulaufende Verdünnung der Klinge gebildet (fermoir à nez rond), öfters aber auch durch eine deutlich erkennbare gerade Facette auf jeder Seite (fermoir à biseaux). — Bei den Bildhauern führt dieses Werkzeug den Namen Flacheisen *(carving chisel)* und kommt in 2 bis 25 mm Breite vor; sowohl gerade (wie die Stemmeisen der Tischler), als am Ende aufwärts gebogen (aufgeworfene Flacheisen, *spoon chisel*, *entering chisel*) zur Ausarbeitung von Vertiefungen.

Zum Ausstemmen des Holzes in Thüren, Schiebladen u. dgl., beim Anschlagen der Schlösser, dient das Anschlageisen (Kreuzmeißel, *bolt chisel*), ohne Heft, von 130 bis 150 mm Länge und an jedem Ende 36 mm weit rechtwinklig umgebogen. Die beiden umgebogenen Theile stehen in entgegengesetzter Richtung, und ihre äußersten platten, 6 bis 12 mm breiten Enden bilden die Schneiden, von welchen die eine nach der Länge des Werkzeuges, die andere quer gestellt ist.

Die Formschneider gebrauchen zweierlei hierher gehörige Instrumente, nämlich Schlageisen und Grundeisen. Die ersteren sind kurz, gewöhnlich 3 bis 6 mm breit, und ohne Heft; man stellt sie senkrecht auf das Holz und treibt sie mit dem Hammer ein, um schmale Furchen zu erzeugen, in welche nachher Messingblechstreifen als Bestandtheile gewisser Druckformen eingesetzt werden. — Die Grundeisen, Feltireisen (pousse-avant, butte-avant, *dog-leg chisel*) dienen zum Ebnen des vertieften Grundes zwischen den erhaben in Holz geschnittenen Figuren und haben deshalb die Gestalt einer kleinen (1,5 bis 6 mm breiten) flachen Schaufel, welche an einem oberwärts gekröpften Stiele sitzt. Die englischen Grundeisen sind nur einseitig (nämlich von oben her) zugeschärft, was darum vorzüglicher zu sein scheint, weil eine ganz ebene Fläche des Werkzeuges den im Holze auszuarbeitenden Grund berührt, letzterer mithin leichter schön und glatt zu machen ist.

Die (älteren) deutschen **Lochbeitel** gleichen völlig den englischen (S. 688), nur daß sie die zweiseitige Zuschärfung haben. Diese dient ihnen keineswegs zur Empfehlung; denn da sie zunächst bei der Schneide keine ebene Fläche darbieten, welche dem Werkzeuge zur geraden Führung an der auszuarbeitenden Holzfläche dienen könnte, so fällt diese letztere leicht unregelmäßig und nicht gehörig glatt aus. Aus diesem Grunde haben die Lochbeitel nach englischer Form auch schon in den meisten deutschen Werkstätten Eingang gefunden.

Das **Balleisen** (fermoir néron, fermoir à nez rond, *skew chisel*, *skew carving chisel*) ist von dem ohne Facetten zugeschärften Stemmeisen bloß durch die Stellung der Schneide verschieden, welche schief steht, sodaß sie mit der Achse des Werkzeuges einen Winkel von 60 bis 70 Grad bildet. Hierdurch entstehen an den Endpunkten der Schneide zwei verschiedene Ecken, von welchen die eine stumpfwinklig, die andere spitzwinklig ist. Indem man letztere immer zuerst auf das Holz wirken läßt, werden nicht nur hervorstehende Theile mit ungemeiner Leichtigkeit abgeschnitten, sondern man gelangt auch bequem in winklige Vertiefungen der Arbeitstücke, wohin oft ein Stemmeisen gar nicht wohl eingebracht werden könnte.

c) **Mit bogenförmiger Schneide.** Alle hierher gehörigen Werkzeuge, die zur Ausarbeitung rinnenartiger Vertiefungen und mancher anderer Höhlungen unentbehrlich sind, führen den Namen **Hohleisen** (gouge, *gouge*). Die Klinge hat eine rinnenartige Gestalt und ist am Ende von außen her (oft auch noch überdies, jedoch weniger, von innen heraus) zugeschärft. Die Krümmung der Schneide ist in der Regel von der Art, daß — das Werkzeug senkrecht auf eine Fläche gestellt — alle Punkte derselben (nur nicht die abgerundeten Ecken) gleichzeitig die Fläche berühren. Eine Ausnahme hiervon machen die Hohleisen der Zimmerleute, welche so geschliffen sind, daß die Schneide doppelt gekrümmt ist: ein Mal nach der hohlen Gestalt der Klinge, und dann so, daß ihre Mitte viel weiter voraus steht, als die Seiten. Hieraus folgt, daß die Schneide nur nach und nach in das Holz eindringt, was beim Wegstemmen dicker Theile erleichternd wirkt.

Je nachdem die Aushöhlung der Klinge (mithin der davon abhängende Bogen der Schneide) ein größerer oder geringerer Theil des Kreises ist, unterscheidet man eigentliche **Hohleisen** und **flache Hohleisen** oder **Hohlflacheisen**. In den englischen Werkzeugfabriken macht man folgende vier Abstufungen, bei welchen die Schneide einen Bogen von der beigesetzten Größe bildet (die größte Zahl für die schmälsten Eisen gültig):

flat	25	bis	50	Grad
middlesweep . .	70	„	90	„
scribing . . .	100	„	130	„
fluting	150	„	180	„

In einem andern Sortimente, bestehend aus 6 mit Buchstaben benannten Abstufungen, wurden folgende Bogengrößen angetroffen: A 22—53 Grad, B 46—70, C 61—80, D 84—91, E 99—106, F 117—130 Grad.

Die Breite der Hohleisen geht von 3 bis 50 und selbst 60 mm; ganz kleine, bis zu 1 mm Breite herab, sind bei den Formschneidern gebräuchlich. Uebrigens unterscheidet man: **gerade Hohleisen**, wie die der Tischler jederzeit sind; — **krumme** oder **gebogene Hohleisen** (bec-de-corbin, *bent gouge*), die in der Länge einen leichten Bogen nach unten (d. h. nach der äußeren Seite) hin bilden, für Bildhauer u. s. w., um auf vertieften Flächen zu arbeiten; **aufgeworfene Hohleisen** (*spoon gouge*, *entering gouge*), nur am Ende löffelartig aufgebogen, um damit in tiefere Höhlungen zu gelangen; und **übergeworfene Hohleisen** mit abwärts gekrümmtem Ende, zum Beschneiden konvexer Rundungen und einwärts laufender Abschrägungen; beide letzteren Arten ebenfalls für Bildhauer. Die geraden Hohleisen (insbesondere die kleinen) werden von den Bildhauern gewöhnlich **Hohlbohrer** genannt, weil man mit denselben Löcher macht, indem man sie auf das Holz senkrecht aufsetzt, niederdrückt und umdreht.

d) Mit **winkelförmiger** Schneide: Der **Geisfuß** (carrelet, burin, burin à bois, gouge triangulaire, *corner chisel*, *parting tool*), hat zwei gleich lange geradlinige (selten schwach bogenförmige), unter einem Winkel von 45, 60 oder 90 Grad zusammenstoßende Schneiden, und eignet sich dadurch trefflich zum Reinausstechen

einspringender Ecken. Eines etwas großen rechtwinkligen Geisfußes (Gehreisen) kann man sich bedienen, um durch Einschlagen seiner Schneide auf kleinen Gegenständen schnell die Gehrung (S. 679) anzuzeichnen. Sonst machen die Tischler selten Gebrauch von den Geisfüßen, die dagegen bei den Bildhauern zu den unentbehrlichsten Werkzeugen gehören, theils bloß von außen, theils von innen und außen zugleich zugeschärft sind, und von verschiedener Größe (jede einzelne Schneide 3 bis 18mm lang), theils gerade, noch öfter aber krumm, oder auch löffelartig aufgeworfen (*spoon parting tool*) vorkommen.

Die Viereisen (gouge carrée) werden von den Wagnern gebraucht, um zur Befestigung der Speichen in den Naben und Felgen der Wagenräder die vorgebohrten Löcher viereckig auszustemmen; wie auch sonst zu Zapfenlöchern, besonders um die Ecken derselben auszuputzen. Sie haben eine aus drei rechtwinklig zusammenstoßenden Theilen gebildete Schneide: |___|, von welcher das mittlere und längste Stück 12 bis 36mm oder mehr, jedes der Seitenstücke aber 6 bis 12mm mißt. Statt des Heftes haben diese Werkzeuge einen eisernen Stiel.

V. Stemm-Maschinen (machine à mortaiser, *mortising machine*).

So, oder auch Stoßmaschinen oder Lochmaschinen, werden maschinelle Vorrichtungen genannt, welche zu schnellerer und kraftvollerer Ausführung derjenigen Arbeiten bestimmt sind, wozu man sich sonst der in der Hand gebrauchten Beitel (S. 687) bedient. Ihre Hauptverwendung finden sie zum Ausstemmen der Zapfenlöcher und Schlitze, sowie zum Anstoßen von Zapfen an den Enden von Holzbestandtheilen. In Einrichtung und Wirkungsweise sind sie den für Metall gebräuchlichen Stoßmaschinen (S. 268) eng verwandt, oft sogar völlig gleich, bis auf das schneidende Werkzeug, welches von der Art des Lochbeitels (S. 688) oder des Viereisens (s. oben) ist. Dieses Instrument erhält gewöhnlich eine senkrecht auf und niedergehende Bewegung (schneidet alsdann im Niedergange), seltener eine Bewegung in horizontaler, und nur ausnahmsweise für besondere Zwecke in schiefer Richtung. Nach jedem vollbrachten Schnitte rückt das Holz (von Arbeiterhand direkt oder durch Mechanismus geschoben) um so viel weiter als die Dicke des zunächst abzunehmenden Spanes beträgt, z. B. 1 oder 2mm. Zum Anfange eines in vollem Holze (d. h. rings umgrenzt) auszustoßenden Loches muß ein rundes Loch vorgebohrt werden. Nur bei weichen Hölzern (unter Zuhülfenahme einer sehr großen Arbeitsgeschwindigkeit) ist es gelungen, auch auf der Maschine „aus dem Vollen“ zu stemmen. Zur Verfertigung von Zapfen können zwei zugleich arbeitende Meißel angebracht werden, deren Zwischenraum so groß ist, wie die Breite oder Dicke des darzustellenden Zapfens.

Die vertikalen Stemm-Maschinen werden zum Betriebe durch Menschenkraft so angeordnet, daß das Niederstoßen des Meißels durch einen Handhebel [1]) oder durch Treten [2]), das Wiederaufheben desselben mittelst Gegengewicht oder Feder erfolgt; man richtet sie wohl auch derartig ein, daß sie nebenher als Bohrmaschine gebraucht werden können, um wenigstens die als Vorbereitung zum Stemmen nöthigen Löcher ohne andere Hülfe herzustellen [3]). — Die Bewegung mittelst Elementarkraft gestattet weit schnellere Aufeinanderfolge der Schnitte und das Abnehmen stärkerer Späne. Derartige vertikale Stemm-Ma-

---

[1]) Berliner Verhandlungen 1841, S. 109. — Génie ind., T. 19, p. 180. — Jobard, Bulletin, T. 37, p. 257. — Polyt. Centr. 1860, S. 1371; 1864, S. 638.

[2]) Deutsche Gewerbezeitung 1848, S. 498. — Kunst- und Gewerbeblatt 1852, S. 243. — Polyt. Journ., Bd. 123, S. 81. — Polyt. Centr. 1852, S. 328. — Technolog. Encyklopädie, XXIII. 511. — Brevets, 1844, T. 31, p. 53.

[3]) Génie ind., T. 27, p. 45. — Kunst- u. Gewerbeblatt 1863, S. 23. — Polyt. Journ., Bd. 168, S. 254; Bd. 174, S. 250, 329. — Schweiz. Z. 1863, S. 93; 1864, S. 51.

schinen [1]) konstruirt man zweckmäßig so, daß die Hebung des Meißels bedeutend schneller stattfindet, als die niederwärts gehende Schnittbewegung, für welche letztere eine mittlere Geschwindigkeit von 450 mm pro Sekunde zweckmäßig ist. Oft begnügt man sich mit einer geringeren Geschwindigkeit; es können z. B. 140 Schnitte in 1 Minute geschehen mit 75 mm Ausschlag, und unter dieser Voraussetzung verfertigt (wenn die nöthigen runden Löcher bereits vorgebohrt sind) ein Mann stündlich 20 Zapfenlöcher von 80 mm Länge, 12 mm Breite, 60 mm Tiefe. Zur Arbeit in horizontaler Richtung [2]) baut man nur kleinere Maschinen, die man einen feineren Span nehmen, dagegen aber wohl bis zu 200 Schnitte pr. Minute machen läßt. Eine solche mit 140 Schnitten von 100 mm Zuglänge liefert, von einem Manne bedient, in 1 Stunde 16 Zapfenlöcher von vorstehend angegebener Größe.

An einer in horizontaler Richtung arbeitenden, durch Elementarkraft bewegten Stemm-Maschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Größte Tiefe der zu stemmenden Löcher 210 mm, größte Länge derselben 285 mm; Breite des Stemmeisens 30 mm, Spielweite desselben 156 mm, Spielzahl 86 pro Minute, daher mittlere Schnittgeschwindigkeit 444 mm pro Sekunde; größte beobachtete Leistung pro Stunde $V = 0{,}0167$ cbm Erlenholz ausgestemmt bei 38 mm Lochtiefe, 30 mm Spanbreite, 2,86 mm Spandicke; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang (einschließlich einer Deckenvorgelegswelle) $N_0 = 0{,}35$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}50$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}36 \,.\, 1{,}60 = 2{,}18$ □m, Gewicht derselben 1100 kg. Allgemein kann der Arbeitsverbrauch solcher Stemm-Maschinen nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, worin N_0 den Arbeitsverbrauch für den Leergang, V das Volumen des stündlich zerspanten Holzkörpers in Kubikmetern, ε den spezifischen Arbeitswerth (Arbeitsverbrauch pro 1 cbm stündlich zerspantes Holz) bezeichnet, der z. B. für Erlenholz

$$\varepsilon = 94{,}3 \text{ Pferdestärken}$$

beträgt.

Eine eigenthümliche, für grobe Arbeit berechnete, schnell wirkende, aber viel Betriebskraft erfordernde Stemm-Maschine macht das ganze Zapfenloch mit einem einzigen Durchgange des Schneidewerkzeuges fertig, indem letzteres einen schlanken, zu beiden Seiten mit Schneiden besetzten Keil darstellt [3]).

Als eine für ganz speziellen Zweck bestimmte Abänderung der gewöhnlichen Stemm-Maschine ist die zum Ausstemmen der Keillöcher in Hobelkästen anzuführen [4]); als eine andere die zur schnellen und genauen Zurichtung der Endflächen prismatischer Arbeitstücke dienende Gehrungs-Schneidmaschine [5]).

VI. Ausschlageisen (Locheisen, emporte-pièce, *punch*) [6]).

Man gebraucht sie in einzelnen Fällen, um dünne Holzblätter mit runden Löchern zu versehen, oder runde Plättchen aus denselben auszuschneiden. Ein solches Eisen ist ein kurzer hohler Zylinder von gehärtetem Stahl, welcher am unteren Rande scharfschneidig zugeschliffen, oben mit einem Stiele versehen ist. Schlägt man auf letzteren mit einem Hammer, nachdem man das Werkzeug senkrecht auf die Arbeit gestellt hat, so dringt die Schneide ein und nimmt ein ihrem Umrisse entsprechendes Stück heraus, welches im Innern des Zylinders Platz findet. Auf Holz ist die Anwendung der (eigentlich für Papier, Zeuge und Leder bestimmten) Locheisen sehr beschränkt, da die meisten Arten dieses Materiales bei Anwendung dieser Werkzeuge zu leicht splittern und spalten; doch werden z. B. Knopfformen aus gespaltenen dünnen Bretchen von Rothbuchenholz nach dieser Weise dargestellt. Dagegen muß einer sehr nützlichen,

[1]) Armengaud, XI. 540. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 70. — Polyt. Centr. 1862, S. 1273. — Schweiz. Z. 1857, S. 11. — Atlas IV. Taf. 10. — Polyt. Journ., Bd. 207, S. 450.

[2]) Armengaud, XI. 546. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 38. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 69. — Schweiz. Z. 1857, S. 11. — Atlas IV. Taf. 11.

[3]) Polyt. Centr. 1856, S. 599.

[4]) Polyt. Journ., Bd. 137, S. 14, 15. — Polyt. Centr. 1855, S. 993.

[5]) Polyt. Journ., Bd. 200, S. 181.

[6]) Technolog. Encyklopädie, I. 384.

hiermit verwandten Vorrichtung gedacht werden, womit man zylindrische Nägel oder Pflöcke aus Holz ebenso leicht als richtig verfertigen kann. Es ist dies das Dippeleisen (Döbeleisen) der Böttcher[1]), welches auch von anderen Holzarbeitern mit Vortheil gebraucht werden könnte. Dippel oder Döbel heißen die hölzernen Stifte, durch welche die Theile der Böden an den Fässern mit einander verbunden werden. Das eben genannte Werkzeug zu deren Verfertigung besteht aus einem Eisen von der Gestalt der Figur ⊓, woran die beiden senkrechten Arme in spitzige Angeln auslaufen, um das Ganze in einem Holzklotze zu befestigen. Oben auf dem Querstück sind mehrere, größere und kleinere, scharfrandige hohle Zylinder (gleich Locheisen), mit aufwärts stehender Schneide, angebracht. Das zu verarbeitende Holz wird in gehöriger Länge abgeschnitten und durch Spalten in Stücke von der erforderlichen Dicke zertheilt; dann stellt man ein Stück nach dem andern mit dem Hirn-Ende auf die Schneide und treibt es mit dem Hammer durch. Letzterer darf natürlich nie auf die Schneide schlagen, und daher setzt man ein neues Holzstück schon früher auf, als das vorhergehende ganz eingedrungen ist. Indem die scharfe Kante des Werkzeuges ringsum alles Holz, welches ihren Rand überschreitet, wegnimmt, erhalten die unten herausfallenden Stifte eine völlig runde und zylindrische Gestalt.

In großem Maßstabe ist das dem Gebrauche des Dippeleisens zu Grunde liegende Prinzip angewendet worden, um sechseckige, achteckige und anders geformte Holzklötze zu Straßenpflasterung herzustellen. In dieser Absicht werden nämlich die zu gehörigen Längen abgesägten Holzstücke mittelst einer Preßmaschine durch die Oeffnung eines verstählten Ringes getrieben, der die erforderte Querschnittsgestalt und an der Eintrittsseite einen schneidigen Rand hat[2]). Mehrere solche Ringe in unmittelbarer Berührung mit einander angebracht, würden einen Klotz seiner Länge nach zu ebenso vielen gleichen Stücken spalten können; ja es ist möglich noch weiter zu gehen und — namentlich mit einem Stabe von mäßigen Querdimensionen — die gleichzeitige Theilung in eine große Anzahl dünner Stücke vorzunehmen. Dies führt auf eine interessante Verfertigungsart der runden Zündhölzchen. Man hat hierzu eine Stahlplatte angewendet, welche mit vielen (z. B. 400) so dicht als möglich stehenden kleinen runden Löchern durchbohrt ist. Ein Holzstück wird durch irgend eine starke Presse in der Richtung seiner Fasern gegen diese Platte gedrückt, deren Löcher an dieser Seite scharfrandig sind; und so erfolgt die Zertheilung in lauter runde Stäbchen, welche durch die Löcher hindurchtreten[3]). Bei der Ausführung dieser Methode scheint man es am zweckmäßigsten gefunden zu haben, einen 900 mm langen und 25 mm im Quadrat dicken Holzstab zuerst nur 100 mm weit durch die Löcherplatte zu drücken, die Vollendung des Durchganges aber auf einer Ziehbank mittelst ziehender Bewegung zu bewerkstelligen. Die Länge von 900 mm giebt 15 Hölzer, aus dem Querschnitt fallen 400, jeder Stab liefert also 6000 Zündhölzer, welche in etwa 2 Minuten durch die Platte gezogen werden[4]). Bei Verfertigung der Löcherplatte dürfte es wohl als unerläßlich erscheinen, die Löcher auf der Eintrittsseite quadratförmig in solcher Weise zu erweitern, daß zwischen ihnen nichts als sich rechtwinklig, gitterartig durchkreuzende Schneidkanten stehen bleiben. Unter dieser Voraussetzung beginnt die Wirkung mit einem Spalten des Holzes in vierkantige Stäbchen, und letztere nehmen dann, beim gewaltsamen Durchgange durch das runde Innere der Löcher, mittelst Kompression die kreiszylindrische Gestalt an.

VII. Punzen (poinçons, *punches*).

Die einzigen Werkzeuge dieser Art, welche regelmäßig auf Holz gebraucht werden, sind Buchstaben- und Zahlen-Punzen zum Einschlagen von Namen, anderen Aufschriften und Zahlen. Da beim gewaltsamen Eindringen derselben das Holz leicht splittert, wenn sie wie die Metallpunzen (S. 364) breite oder starke Züge enthalten, so macht man sie schneidig. Nur auf Hirnholz (S. 609) machen auch Punzen mit

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 594.
[2]) Polyt. Centr. 1841, Bd. 2, S. 946.
[3]) Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 294.
[4]) Polyt. Centr. Jahrg. 1848, S. 1377.

breiten Zügen jederzeit einen rein begrenzten Eindruck. — Den Punzen völlig nahe verwandt sind die **Rändeleisen** (molettes), womit man zuweilen einfache Verzierungen auf Gesimswerk aufdrückt, welche weit mühsamer der Bildhauer durch Schnitzen mit kleinen Eisen (S. 688) hervorbringen würde. Ein solches Rändeleisen ist ein gehärteter stählerner Halbzylinder, welcher auf der flachen Seite die Verzierung vertieft eingravirt enthält. Quer durch denselben geht, in der Mitte der Länge und nahe über der Abplattung, ein Loch; durch letzteres wird ein runder Stift geschoben und mittelst desselben das Werkzeug in eine eiserne, mit einem hölzernen Hefte versehene Gabel eingehängt, wo es sich um den Stift als Achse drehen kann, damit es sicher an die Fläche des Arbeitstückes sich anschmiegt. Hat man nun z. B. mit einem geeigneten Kehlhobel einen kleinen Rundstab ausgearbeitet, der noch mit Perlen oder dergleichen verziert werden soll, so setzt man das Rändeleisen auf und schlägt mit dem Hammer auf dasselbe, bis seine flache Seite mit der ebenen Fläche, über welche das Stäbchen hervorragt, in Berührung kommt. Wie durch allmäliges Weiterfortsetzen des Instrumentes beliebig lange Stäbe auf diese Art bearbeitet werden, ergiebt sich von selbst.

VIII. Ahlen (perçoir, *awl*).

Das bekannte spitzige stählerne Werkzeug, mit welchem kleine Löcher in Holz, meist zum Einschlagen von Drahtstiften und kleinen Nägeln, gestochen werden. Die gewöhnlichen scharf zugespitzten Ahlen (auch **Spitzbohrer** genannt) haben im Querschnitte die Gestalt eines stark verschobenen Viereckes und werden in Bezug auf die Holzfasern so aufgesetzt, daß die größere Diagonale die Richtung der Fasern rechtwinklig kreuzt, weil sie auf diese Weise gebraucht die Fasern abstechen und nicht aus einander sprengen. Manchmal werden aber auch runde Löcher damit gemacht, in welchem Falle man sie vorsichtig herumdreht. — Eine verschiedene, nicht so häufig gebrauchte Art sind die **flachen Ahlen** *(brad awl)*, welche eine gerade, 1 bis 3mm breite, scharfe Schneide statt der Spitze haben (nach Art eines sehr kleinen Stemmeisens) und ebenfalls so eingestochen werden, daß die Schneide quer gegen die Fasern steht. Sie machen eigentlich, wenn sie hinreichend dünn angeschliffen sind, nur einen Schnitt (kein Loch), was zu besserem Festhalten der Stifte oder Nägel dienen kann. Zuweilen gebraucht man sie, mit Hülfe einer drehenden Bewegung, welche man ihnen giebt, statt der Nagelbohrer zur Hervorbringung kleiner runder Löcher in weichem Holze.

IX. Sägen (scie, *saw*)[1].

Die Beschaffenheit und Wirkungsart der Sägen ist im Allgemeinen bekannt genug. Mehrere hierauf bezügliche Punkte bedürfen aber einer näheren Erörterung. Das Material des **Sägeblattes** (lame de scie, *blade, saw blade, web*) ist Stahl, und dasselbe muß nach dem Härten blau oder violet angelassen werden, um — unbeschadet des erforderlichen Härtegrades — die Sprödigkeit, welche das Ausbrechen der Zähne herbeiführen würde, zu verlieren.

Die Zähne der Sägen[2]) sind an Gestalt und Größe sehr verschieden. Am gewöhnlichsten ist die Form eines ungleichseitigen Dreieckes, dessen Grundlinie in den Sägenrand fällt, und von dessen freiliegenden Seiten die kürzere beinahe oder völlig rechtwinklig auf jenem Rande steht, sodaß die Zahnspitzen sämmtlich nach einer Richtung hin, der Säge entlang, geneigt sind (*hand-saw teeth*). Indem bei der Bewegung der Säge die Zähne mit einer angemessenen Kraft gegen das Holz gedrückt werden, zerreißen dieselben den ihnen im Wege stehenden Theil der Fasern, und ver-

---

1) Technolog. Encyklopädie, Bd. XII, S. 92. — Holtzapffel, II. 682.
2) Mittheilungen 1863, S. 5.

wandeln ihn in gröbere oder feinere Späne, je nach der Dicke des Blattes und der Größe der Zähne. Diese Wirkung kann aber in einem gehörigen Grade nur dann eintreten, wenn die steile oder kurze Seite der Zähne sich voranstehend gegen den noch unzerschnittenen Theil des Holzes hinbewegt; bei der Bewegung in entgegengesetzter Richtung wird daher auch kein Druck angewendet und die Säge geht leer, d. h. ohne zu schneiden. Wo man dies vermeiden und in beiden Bewegungs-Richtungen schneidende Wirkung erlangen will, müssen die Zähne eine symmetrische Gestalt haben, was auf einem der folgenden drei Wege bewerkstelligt wird: a) Der Zahn ist gleichseitig dreieckig, die eine Seite in den Sägenrand fallend, die anderen beiden gleichmäßig aber entgegengesetzt zu demselben geneigt (*cross-cutting teeth*). b) Der Zahn ist ein gleichschenkliges Dreieck, dessen im Sägenrande liegende Grundlinie zwei Drittel von einer der beiden gleichen Seiten beträgt, während zwischen je zwei auf einander folgenden Zähnen ein kleiner Zwischenraum auf dem Sägenrande leer gelassen ist; solche Zähne (Wolfszähne, *peg-teeth*, *fleam teeth*) schneiden — wegen ihrer schärferen Spitzen und der steileren Stellung ihrer Kanten — besser als die vorhergehenden. c) Die Zähne sind ungleichseitig dreieckig (wie oben beschrieben), stehen aber paarweise mit der langen oder schrägen Seite gegen einander gekehrt, sodaß jedes Paar ungefähr die Gestalt des Buchstabens M darbietet, und zwischen je zwei Zähnepaaren ein Stückchen des Sägenrandes unbesetzt bleibt, wonach sich hier eine viereckige Vertiefung erzeugt (M-Zähne, Stockzähne, M-*teeth*); unter dieser Anordnung schneidet die halbe Anzahl der Zähne beim Hingange, die andere halbe Anzahl im Rückgange. —

Der Winkel an den Zahnspitzen beträgt bei verschiedenen Formen der Zähne zwischen 40 und 60 Grad; außer diesem variirt aber auch der Winkel, welchen die Vorderkante des Zahnes mit einer durch die Zähne nach der Länge des Blattes gezogenen Linie einschließt (*pitch*). Letzterer mißt, von 90° (*ordinary pitch*) ausgehend, aufwärts 100 bis 110° (*slight pitch*) und höchstens 120° (*upright pitch*); abwärts von 80 bis zu 45°. — Der Abstand zweier benachbarter Zahnspitzen von einander wird die Theilung (*space*) der Säge genannt.

Die Größe der Zähne wird durch mehrere Umstände bedingt. Je größer die Zähne gemacht werden, desto geringer ist ihre Anzahl auf bestimmter Länge der Säge. Wenn nun einerseits eine Vermehrung der Zähne vortheilhaft erscheint, weil die Gesammtwirkung während einer bestimmten Zeit (z. B. während eines Zuges) dann größer sein kann, so dürfen andererseits die Zähne nicht zu klein sein, weil von ihrer Größe die Größe der Räume zwischen ihnen (der Zahnlücken) abhängt, welche den nöthigen Platz zum Aufenthalt der Späne gewähren müssen, bis letztere beim Austritt der Zähne aus dem Holze von der Säge abfallen können. Je weiter die Säge, während eines gewissen von ihren Zähnen durchlaufenen Weges, in dem Holze vordringt, desto größer ist die Menge der dabei erzeugten Späne, desto mehr Raum müssen also die Zahnlücken darbieten, was auf große Zähne führt. Solche ergeben sich demnach als angemessen bei großen, durch beträchtliche Kraft in Thätigkeit gesetzten Sägen, zumal beim Schneiden weicher Hölzer, deren Späne lockerer und voluminöser sind. Um den Raum für die Späne zu vergrößern, setzt man öfters die Zähne in einiger Entfernung von einander, sodaß zwischen je zweien derselben ein Theil des Sägenrandes, ebenso breit wie der Zahn, frei bleibt (*skip teeth*), oder vertieft den Ausschnitt zwischen je zwei benachbarten ungleichseitigen Zähnen durch Hinzufügung einer bogenförmigen Schweifung (*gullet*), welche einen Theil von der geneigten oder langen Seite des einen Zahnes wegnimmt. Durch dieses letztere Mittel entstehen die gewöhnlich sogenannten Wolfszähne (*gullet teeth*, *briar-teeth*), welche man sehr häufig an größeren Sägen findet.

Da ein Sägeblatt kaum so regelmäßig bewegt werden kann, daß nicht das Anstreifen desselben an die Schnittwände zu fürchten wäre, überdies auch die Späne zur Seite des Blattes heraustreten und sich einklemmen, durch beide Ursachen aber eine Vermehrung des Widerstandes eintritt, so ist wesentlich, daß die Säge im Schnitte einen gewissen Spielraum habe; mit anderen Worten, daß die Breite des Schnittes größer als die Dicke des Sägeblattes sei. Dies wird erreicht durch das Schränken

oder **Aussetzen** der Zähne (contourner, donner la voie, *setting*), welches darin besteht, daß in der Reihe der Zähne abwechselnd einer nach dieser, einer nach jener Seite hin etwas ausgebogen wird, wonach die Zahnspitzen in der That zwei unter sich und mit der dazwischen liegenden Ebene des Blattes parallele Reihen bilden. Man bedient sich hierzu manchmal eines Hammers mit schmaler Finne (indem man die Säge auf einen kleinen Ambos mit schmaler zylindrisch gerundeter Bahn legt); oder einer schmalkantigen mit dem Hammer zu treibenden Punze (wobei als Unterlage ein Bleiklotz oder die abgehobelte Hirnfläche eines harten Holzstückes dient); oder einer eigenen Zange (*saw-set plyer*)[1], gewöhnlich aber des **Schränkeisens** (fer à contourner, tourne-à-gauche, *saw-set*), einer gehärteten stählernen, mit einem Griffe versehenen Klinge, in deren Rand schmale (der Dicke der Sägeblätter angemessene) Einschnitte gemacht sind. Man faßt einen Zahn nach dem andern mit dem passenden Einschnitte und giebt ihm die Biegung durch eine kleine Bewegung des Werkzeuges. Sollte die Schränkung (der **Schrank**, *set*) ungleich oder zu stark ausgefallen sein, so kann man dem Fehler abhelfen, indem man das Blatt zwischen gehärteten stählernen Backen durchzieht[2], oder es auch nur zwischen zwei glatte eiserne Schienen legt und auf letztere mit dem Hammer klopft. Feine Sägen werden im Allgemeinen weniger geschränkt als grobe, weil sie, zu zarteren Arbeiten bestimmt, einen feineren Schnitt machen müssen. Ganz unterbleiben muß das Schränken bei einigen Arten von Sägen, die sehr dick sind; bei diesen ist es dagegen nothwendig, den Rücken dünner als die Zahnseite zu machen, um Spielraum in dem Schnitte zu gewinnen.

Dem Schränkeisen hat man allerlei Einrichtungen gegeben, wodurch das gleichmäßige Aussetzen aller Zähne gesichert wird (tourne-à-gauche à guide, régulateur de dents de scie)[3]; desgleichen gebraucht man kleine mechanische Vorrichtungen zum Schränken mittelst Punze und Hammer[4]) oder mittelst Druckes einer Schraube. — Große und folglich dicke Kreissägen pflegt man nicht zu schränken; dafür wird jeder Zahn an der Spitze mittelst einer geeigneten Punze und des Hammers derartig gestaucht, daß von beiden Seitenflächen hinaus ein Grath sich bildet (vergl. S. 261)[5].

Vor dem Schränken werden die Zähne mit einer dreikantigen Feile oder einer Sägefeile (S. 351) **geschärft** (limer, rafraîchir, affûter, affûtage, *sharpening*), wobei man das Sägeblatt, die Zähne nach oben gekehrt, in eine Art hölzernen Schraubstockes (*horse, sawing horse*) einspannt und die Feile nicht gerade quer über, sondern etwas schräg führt, sodaß jeder Zahn an seinen beiden Rändern von innen heraus zugeschärft wird. Um diesen Zweck zu erreichen, legt man zuerst die Feile nach einer Richtung schief an, überspringt aber jeden zweiten Einschnitt; spannt dann die Säge um (sodaß die Enden des Blattes ihre Stellen wechseln), führt die Feile in der vorigen Richtung, bearbeitet aber jetzt nur die vorher nicht gefeilten Einschnitte. Nachdem man hierauf mit einer über die Zahnreihe hingeführten breiten flachen Feile (oder mittelst der Sägefeile selbst, die dazu aus ihrem Hefte genommen und in der Längenrichtung über die Zähne hingelegt wird) die Spitzen abgeglichen hat — *topping* — (weil einige länger als die übrigen ausgefallen sein können), feilt man endlich jene Zähne, welche dadurch abgestumpft und daher jetzt zu seicht sind, abermals mit der Sägefeile nach. Begreiflich muß das Schärfen und Schränken nicht nur bei den neuen Sägen, sondern auch später so oft vorgenommen werden, als die Zähne durch den Gebrauch sich abgenutzt haben und stumpf geworden sind.

Die angegebene Schrägführung der Feile (wobei diese das Sägeblatt unter einem Winkel von 70 bis 80 Grad kreuzt) ist in Betreff dicker Sägeblätter höchst wesentlich,

---

1) Holtzapffel, II. 697. — Polyt. Centr. 1864, S. 158; 1865, S. 381. — Jobard, Bulletin, T. 45, p. 128.
2) Polyt. Mittheilungen, II. 122.
3) Brevets 1844, T. 9, p. 250. — Génie ind., VI. 142. — Jahrbücher, XIV. 300. — Polyt. Centr. 1853, S. 1296.
4) Mittheilungen, Lief. 61 (1851), 277; Lief. 66—67 (1852), S. 218. — Polyt. Centr. 1851, S. 852. — Jobard, Bulletin, T. 31, p. 22.
5) Polyt. Centr. 1858, S. 900. — Schweiz. Z. 1858, S. 120.



weil ohne sie die Zahnspitzen breit, die Zahnkanten stumpf ausfallen; bei den dünnsten Sägen kann schon eher ohne merklichen Nachtheil die Feile rechtwinklig gegen das Blatt aufgelegt werden. Wo das Schärfen der Sägen ungewöhnlich häufig vorfällt, kann es dienlich sein, die Sägefeile durch eine Maschine bewegen zu lassen [1]). Die größten Sägen werden hin und wieder mittelst einer maschinellen Vorrichtung geschärft, deren Haupttheil eine rasch um ihre Achse laufende Fräse (S. 353) [2]) oder eine aus Schmirgelpulver und Schellack, S. 416, zusammengesetzte Scheibe [3]) ist, welche letztere bei 300 mm Durchmesser 1000 bis 1200 Umdrehungen pr. Minute macht; ja man hat Maschinen gebaut, welche die Zähne auf diese Weise schärfen und nachher sogleich schränken [4]).

Die Sägen unterscheiden sich, ihrer Hauptform nach, in Geradblattsägen, Kreissägen und Bandsägen. Erstere wirken durch hin- und hergehende Bewegung, wobei die Zähne meist so beschaffen sind, daß sie im Rückgange nicht schneiden (S. 694); letztere beide durch ununterbrochene Bewegung, also fort und fort schneidend. Nur Geradblattsägen können ihre Bewegung unmittelbar durch Menschenhand erhalten; die Kreis- und Bandsägen erfordern eine so schnelle Bewegung, daß dieselbe ohne eine, wenngleich einfache, maschinelle Einrichtung nicht hervorgebracht werden kann.

A. **Geradblattsägen.** — Man kann sie, nach einer wesentlichen Eigenthümlichkeit, abtheilen in Spannsägen (*span saws*, *frame saws*), welche in einer rahmenartigen Fassung (Gestell, Sägengestell, monture, châssis, *frame*) mit ihren Enden befestigt sind und mehr oder weniger angespannt werden können, und in Sägen ohne Spannung. Letztere müssen die zum Gebrauche unerläßliche Steifheit entweder durch eine ansehnliche Breite, oder bei geringer Breite durch verhältnißmäßig große Dicke des Blattes, oder endlich dadurch erhalten, daß man ihren Rücken (die der Zahnreihe gegenüber stehende Kante) in Holz oder Metall einfaßt, wodurch aber die Tiefe des zu machenden Schnittes beschränkt wird.

Die größten unter allen mit der Hand zu bewegenden Sägen sind jene, deren sich die Zimmerleute zur Zertheilung der Baumstämme und zum Zuschneiden des Zimmerholzes aus dem Groben bedienen. Diese Arbeiter gebrauchen:

1) Die Schrotsäge, Bretsäge, Dielensäge, Spaltsäge (scie du scieur de long, scie de long, passe-partout, *long saw*, *pit saw*, *whip saw*), zum Zerschneiden des Holzes in der Richtung seiner Länge (nach dem Laufe der Fasern). Das Blatt ist an der Schneide und am Rücken geradlinig, aber meist an einem Ende etwas schmäler als am andern. Die Zähne sind dreieckige oder Wolfszähne und mit den Spitzen nach dem schmalen Ende des Blattes hingeneigt. An jedem Ende befindet sich eine Angel, welche in einem hölzernen Querhefte (ohne ein Gestell) befestigt wird. Die Säge wird senkrecht geführt, wie es (S. 650) erklärt wurde; dabei ist das breite Ende (dessen Angel eine beträchtliche Länge hat) oben, und die Zähne schneiden folglich nur beim Niedergange.

Am gewöhnlichsten ist das Blatt 1,60 oder 1,75 m lang; im ersten Falle unten 100 mm, oben 160 mm, im zweiten Falle unten 120, oben 175 mm breit. Die Dicke beträgt 2 bis 2,4 mm. Die Zähne sind an deutschen Schrotsägen nicht selten so grob, daß sie bis zu 15 mm in der Länge oder Tiefe, 35 mm in der Breite (in der Richtung des Sägenrandes) messen, wonach nur 29 Zähne auf 1 m Länge stehen. Englische Schrotsägen sind 1,22 bis 2,44 m lang, unten 80 bis 120, am oberen Ende (*heel*) 180 bis 300 mm breit, 1,7 bis 2,6 mm dick, auf 1 m Länge mit 40 bis 64 Zähnen (jederzeit Wolfszähnen, S. 694) versehen.

2) Die Quersäge (passe-partout [5]), *cross-cut saw*), zum Querabschneiden des Holzes, wobei sie horizontal (die Zahnreihe nach unten kehrend) geführt wird.

---

1) Polyt. Centr. 1864, S. 1619.
2) Génie ind., III. 87. — Polyt. Centr. 1852, S. 605.
3) Génie ind., T. 13, p. 249. — Polyt. Journ., Bd. 174, S. 102. — Deutsche Gewerbezeitung 1864, S. 404. — Schweiz. Z. 1857, S. 82.
4) Brevets 1844, T. 4, p. 152.
5) Die Benennung drückt aus, daß die Säge — durch kein Gestell gehindert — überall durchkommen kann, und wird deshalb auch der Schrotsäge (S. 696) und der Stichsäge (S. 701) gegeben.

Demgemäß stehen die Angeln zur Befestigung der hölzernen Griffe (und also letztere selbst) in der Ebene des Blattes, aber rechtwinklig gegen dasselbe, von der Schneide abgewendet. Von der Schrotsäge unterscheidet sich die (deutsche) Quersäge ferner wesentlich dadurch, daß sie einen Bauch (ventre) hat, d. h. die Zahnreihe einen Bogen bildet, wonach das Blatt in der Mitte breiter ist, als an den Enden, da der Rücken in gerader Linie läuft.

Man hat sie gewöhnlich in drei Größen: 1,33 m, 1,50 m und 1,60 oder 1,68 m lang. Die Breite beträgt bei den kleinsten in der Mitte 120, an den Enden 90 mm; bei der zweiten Gattung 145 und 110 mm; bei der dritten 170 und 130 mm. Zuweilen ist aber der Bauch noch stärker und auch der Rücken entsprechend hohl gekrümmt; dagegen kommen anderwärts solche mit gerader Zahnreihe vor, welche z. B. bei 1,60 bis 1,75 m Länge durchgehends die gleiche Breite von 170 bis 190 mm haben. Der Regel nach ist die Verzahnung der Quersägen überhaupt dazu eingerichtet, sowohl beim Hinziehen, als beim Herziehen zu schneiden. Am gewöhnlichsten erreicht man dies durch sogenannte M-Zähne (S. 694), welche z. B. 15 mm lang und so breit sind, daß ein zusammenstehendes Paar 23 mm mißt, während der leere Raum zwischen je zwei Zähnepaaren 20 mm beträgt: 23 solche Paare nehmen also fast 1 m der Sägenlänge ein; oft ist indessen die Zahnung feiner, bis zu 40 Paar auf 1 m. Manchmal werden gleichseitig-dreieckige oder spitzigere gleichschenklige (im letzteren Falle ein wenig von einander abstehende) Zähne angewendet, vergl. S. 694, a, b.

Die Bauchsäge (Zug-, Wald- oder Bauernsäge, scie ventrue), 1,33 bis 1,50 m lang mit geradem Rücken, sehr stark bogenförmiger Zahnreihe (sodaß die Breite mitten 190 bis 240 mm, an den Enden nur 75 bis 85 mm beträgt), und einer der vorerwähnten drei Verzahnungen zum Schneiden in beiden Zugrichtungen, wird meist nur beim Fällen der Bäume gebraucht. —

Die verschiedenartigsten Sägen kommen in den Tischler-Werkstätten vor[1]). Die meisten derselben (bei den deutschen und französischen Tischlern) sind Spannsägen und unterscheiden sich von einander größtentheils weniger durch die Bauart des Gestelles, als durch die Größe, mit welcher die Feinheit der Zähne im Verhältnisse steht. Die einzelnen Arten sind folgende:

a) Spannsägen.

1) Die Klobsäge, Furnürsäge (scie à refendre, *frame saw, veneer saw*), die größte von allen; zum Zerschneiden großer Klötze und dicker Bohlen in der Längenrichtung bestimmt, mithin zur Darstellung von Bretern, Furnüren rc. Das Blatt ist 1,33 bis 1,50 m lang, 100 bis 120 mm breit, sehr dünn (0,5 bis 0,8 mm) und mit gewöhnlichen ungleichseitig-dreieckigen Zähnen oder mit Wolfszähnen versehen, 80 bis 160 auf 1 m Länge; die Länge oder Tiefe des Zahnes beträgt hiernach etwa 6 bis 12 mm. Das Gestell bildet ein vierseitiger starker hölzerner Rahmen von nahe 600 mm äußerer Breite, in dessen Mitte das Sägeblatt so ausgespannt ist, daß dessen Flächen den Langhölzern zugewendet sind. Es wird in senkrechter Richtung, seltener horizontal, von zwei Arbeitern geführt (wobei die etwas über die Langhölzer hinausreichenden Querhölzer als Griffe dienen), und die Säge schneidet — in vertikaler Richtung gebraucht — beim Niedergehen. In der Mitte jedes Querholzes steckt auf demselben ein eiserner Kloben (bolte) in Form eines breiten, länglich viereckigen Ringes, der aufgespalten ist, um ein Ende des Sägeblattes aufzunehmen, welches innerhalb des Klobens auf zwei runden eisernen (durch Löcher des Blattes gehenden) Bolzen hängt. Einer der Kloben enthält eine Schraube, welche von außen gegen das Querholz drückt und so scharf angezogen wird, daß die Säge ihre gehörige Spannung bekommt.

Einen Keil statt der Schraube anzubringen, ist einfacher und wohlfeiler, aber weniger zweckmäßig hinsichtlich der Dauerhaftigkeit, der Genauigkeit und der Bequemlichkeit beim Gebrauche. Auch noch andere Verschiedenheiten kommen — sowohl rücksichtlich der Spannvorrichtung als der Befestigungsart des Blattes — vor.

---

[1]) Werkzeugsammlung, S. 192.



2) Die Oertersäge (scie à débiter), zum Zuschneiden der Arbeitsbestandtheile; mit 780 bis 850mm langem, 48 bis 55mm breitem, höchstens 0,7mm dickem Blatte, welches 2 ungleichseitig-dreieckige Zähne auf 1 Centimeter Länge enthält. Das Gestell besteht aus einem Stocke (Steg) von der Länge des Sägeblattes, welcher zu demselben parallel ist und in gabelartigen Ausschnitten seiner beiden Enden zwei kürzere Querhölzer (Arme, Hörner) aufnimmt, welche unbefestigt darin liegen, und also einer Schrägstellung fähig sind, wenn sie an einer Seite gegen einander gezogen werden. Dies geschieht in der That beim Spannen der Säge. Das Blatt ist nämlich an einer Seite der Arme angebracht, indem dasselbe an jedem Ende ein rundes Loch besitzt und mittelst eines hier durchgesteckten kleinen Bolzens zwischen zwei plattenförmigen Backen (chaperons, briquets, pannetons, couplets) eingehängt ist. Die Backen selbst endigen in eine Angel, welche in einem runden hölzernen Zapfen befestigt wird; letzterer geht durch ein Loch in dem Arme, außerhalb dessen er einen Knopf (poignée) bildet. Bei dieser Art der Befestigung müssen die Angeln, welche an den käuflichen Sägeblättern sich befinden, abgenommen werden. Läßt man diese daran sitzen und vernietet sie ohne Backen in einem Spalte der erwähnten hölzernen Zapfen, so ist die Vorrichtung einfacher, aber das Blatt spannt sich leicht schief und schneidet dann schlecht. Die dem Sägeblatte entgegengesetzten Enden der Arme sind durch eine mehrfache Schnur mit einander verbunden, welche mittelst eines Knebels (garrot) zusammengedreht wird, um das Blatt zu spannen. Das Ende des Knebels lehnt sich dann seitwärts gegen den Steg, oder stützt sich in einer Vertiefung desselben.

Um die richtige Spannung völlig genau zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Angel des einen der Backenpaare, zwischen welchen die Säge hängt, mit einer Schraube, und den dazu gehörigen Kopf mit der Schraubenmutter zu versehen, weil hierdurch auch kleinere Abstufungen der Spannung erreicht werden können, als eine halbe oder ganze Drehung des Knebels gewährt. Wenn man die Säge nicht gebraucht, muß die Schnur abgespannt werden, damit nicht bei zufälliger Verkürzung derselben durch Feuchtigkeit das Gestell bricht oder sich verzieht. — Die Befestigung der Säge an drehbaren Zapfen gewährt den Vortheil, die Fläche des Blattes rechtwinklig oder schief gegen die Ebene des Gestelles richten zu können, was bei tiefen Schnitten (z. B. nach der Länge größerer Holztheile) wesentlich ist, indem sonst das Gestell dem weiten Eindringen der Säge hinderlich wird.

3) Die Schließsäge (scie à tenon), der vorigen an Gestalt völlig gleich, nur kleiner, weil sie zu Arbeiten von geringerem Umfange gebraucht wird. Das Blatt ist 630 bis 700mm lang, 45 bis 48mm breit, 0,4 bis 0,5mm dick und hat 23 bis 28 Zähne auf 100mm. — Die kleine Schließsäge ist 510 bis 560mm lang, 39 bis 42mm breit, mit 27 bis 30 Zähnen auf 100mm Länge.

Die Schließ- und Oertersägen sind so dünn und wenig geschränkt, daß der mit denselben gemachte Schnitt nicht über 1 mm breit ausfällt.

4) Die Schweifsäge (scie a tourner, scie à chantourner, scie à échancrer, scie à évider, feuillet, *turning saw*, *sweep-saw*, *bow-saw*, *chair saw*), den vorigen gleich, nur mit einem viel schmäleren Blatte, weil sie zu krummlinigen Schnitten (zum Aussägen von Schweifungen 2c.) gebraucht wird, wobei ein breites Blatt sich einklemmen würde. Statt der Schnur und des Knebels bringt man zuweilen ein Eisenstäbchen an, welches beide Arme des Gestelles verbindet und außerhalb des einen mit einer Schraubenmutter versehen ist. Oft hängt man das Blatt an einem Ende in einen Haken, damit es leicht losgemacht, durch ein vorgebohrtes Loch gesteckt und wieder befestigt werden kann, wenn man Ausschnitte zu machen hat, die an keiner Stelle nach dem Rande des Holzes hin offen sind (Aushängsäge)[1]. Die Länge der Schweifsägen beträgt 150 bis 500mm, die Breite nur 2,5 bis 15mm, die Dicke 0,45 bis 1mm die Anzahl der Zähne 28 bis 30 auf 100mm.

[1]) Polyt. Mittheilungen, II. 116, 118.

5) Die Absetzsäge (scie à arraser, *tenon saw*), 340 bis 360 mm lang, 8 bis 9 mm breit, mit 40 Zähnen auf 100 mm Länge, also von einer Schweifsäge mittlerer Größe nicht verschieden, dient unter andern zum Einschneiden quer in das Holz, bei Bildung von Zapfen u. dgl. Das Gestell ist wie bei den vorigen.

6) Die Handsäge (scie à main) 190 bis 220 mm lang, 5 bis 6 mm breit, 30 bis 40 Zähne auf 100 mm; zu allerlei kleiner Arbeit, z. B. Modellen u. dgl. Das Gestell ist wie bei den vorhergehenden beschaffen, doch geschieht es auch nicht selten, daß man solche Sägen, gleich den Metallsägen (S. 261), in einen eisernen Bogen spannt (Bogensäge, scie à arc). Die unter Nr. 4, 5, 6 angeführten Sägen sind so wenig geschränkt, daß sie einen Schnitt von nicht mehr als 0,75 bis 1,2 mm Breite hervorbringen.

7) Die Laubsäge (scie à contourner, scie à marqueterie, scie d'horloger, *piercing saw*, *inlaying saw*, *buhl saw*), zum Ausschneiden feiner durchbrochener Verzierungen, zarter Schweifungen rc., ist das nämliche Werkzeug, welches unter diesem Namen bei den Metallarbeitern vorkommt (S. 262). Das Blatt hat 75 bis 125 mm Länge, 0,8 bis 1 mm Breite, 0,25 bis 0,35 mm Dicke, 60 bis 160 Zähne auf 100 mm. Der Bogen ist manchmal von Holz gemacht, dann aber größer und stärker als der gewöhnliche eiserne Laubsägenbogen. In Japan verwendet man als Laubsägenblatt einen dünnen kordirten Stahldraht (S. 341) von so großer Länge, daß der größere Theil auf einem im Bogen untergebrachten Röllchen aufgewickelt werden muß; die Säge vermag so nach jeder Richtung zu schneiden und bei dem (häufig eintretenden) Brechen des Blattes braucht immer nur das eine Bruchstück weggeworfen zu werden, indem man alsdann das Bruchende des anderen (langen) Stückes im Bogen befestigt und die erforderliche Länge desselben von dem Röllchen abwickelt.

Um die Zeichnungen für eingelegte Arbeit in Furnürblättern auszusägen, bedient man sich mit Vortheil einer kleinen Maschine (Decoupirsäge, Wippsäge, scie à découper, scie à pedale, *jig saw*, *scroll saw*)[1], bei welcher ein Laubsägenblatt senkrecht in einem hölzernen Rahmen aufgespannt ist, der in einem Gestelle seine Führung hat und mittelst eines Fußtrittes bewegt wird, indem letzterer den Rahmen niederzieht, durch Federn aber das Aufheben desselben geschieht; oder ein Krummzapfen mit Lenkstange und Schwungrad beide Bewegungen erzeugt. Das Sägeblatt geht durch ein Loch in einem horizontalen Brete, welches als Tisch zum Auflegen der Furnüre dient. Letztere werden (zu mehreren auf einander liegend) nach den Krümmungen der vorgezeichneten Umrisse gedreht und fortbewegt. Die Arbeit geht nicht nur viel schneller, als wenn sie mit der Laubsäge aus freier Hand verrichtet werden müßte, sondern der Schnitt ist auch stets völlig senkrecht gegen die Fläche der Furnüre, was zum genauen Passen der eingelegten Theile wesentlich erfordert wird. Das Blatt kann auch in einen langarmigen gabelförmigen Bügel gespannt werden, welcher mittels eines Fußtrittes in schwingende Bewegung gesetzt wird[2]). Man kann diese Vorrichtung mit einer Drehbank in Verbindung setzen, um den bei letzterer vorhandenen Bewegungs-Mechanismus zum schnellern Betriebe der Säge zu benutzen[3]), auch einen mit der Säge zugleich betriebenen Blasbalg anbringen, welcher die dem genauen Zusehen hinderlichen Sägespäne fortbläst. Wenn Gelegenheit zum Betriebe durch Elementarkraft mittelst Riemenscheibe ist, kann die Maschine auch in etwas größerem Maßstabe ausgeführt und zum Durchbrechen oder Schweifen von stärkerem (bis 80 mm dickem) Holze angewendet werden[4]). Das Sägeblatt (Laub- oder sehr schmale Schweifsäge, S. 698) ist dann 200 bis 350 mm lang, hat 50 bis 250 mm Hub und macht 300 bis gegen 1000 Schnitte (Doppelzüge) in 1 Minute.

---

[1]) Mittheiluugen, Lief. 10 (1836), S. 118. — Polyt. Centr. 1855, S. 1476; 1863, S. 528. — Polyt. Journ., Bd. 169, S. 170. — Deutsche Gewerbezeitung 1860, S. 252. — Génie ind., T. 25, p. 50. — Jobard, Bulletin, T. 43. p. 170.

[2]) Mittheilungen 1870, S. 97.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 37, S. 100, 423.

[4]) Atlas IV. Taf. 9. — Hütte 1863, Taf. 24, 25. — Armengaud, XV. 250. — Polyt. Centr. 1861, S. 1390; 1864, S. 1267. — Polyt. Journ., Bd. 173, S. 83, 84. — Schweiz. Z. 1863, S. 93.

b) Sägen ohne Spannung.

8) Der Fuchsschweif, Fuchsschwanz (scie à main, scie à manche d'égotine, *hand saw*), vertritt bei den englischen Holzarbeitern fast allgemein die Stelle der in Deutschland gebräuchlichen Spannsägen, und verdient in der That durch die ungemeine Bequemlichkeit des Gebrauches große Empfehlung. Ein Gestell besitzt diese Säge nicht, sondern nur an dem einen Ende einen sehr zweckmäßig geformten, vom Rücken nach der Zahnseite des Blattes geneigten Handgriff. Das Blatt selbst ist sehr breit, verjüngt sich indessen von dem Griffe aus nach dem entgegengesetzten Ende. Die große Breite verleiht ihm im Allgemeinen hinreichende Steifheit; doch bringt man bei vielen Fuchsschwänzen noch einen Rücken (dossière, dos, *back*) an, d. h. eine von Eisen oder Messing gemachte Fassung, welche die ganze ungezahnte Seite des Blattes entlang geht und mit in dem Griffe befestigt ist (scie à dossière, scie à dos, *back saw*). Dieser Rücken ist 18 bis 25mm breit und besteht aus einer flachen Schiene, welche das Blatt von beiden Seiten umgiebt, wohl auch aus einem mit Blei ausgegossenen messingenen Rohre[1]). In jedem Falle beschränkt der Rücken die Tiefe des mit der Säge zu machenden Schnittes, daher zum Durchsägen des Holzes nach der Länge oder zum Querdurchschneiden dicker Hölzer nur ein Fuchsschwanz ohne Rücken tauglich ist. Die Fuchsschwanzsägen sind von sehr verschiedener Größe: das Blatt ist von 150 bis zu 760mm lang; die mit einem Rücken versehenen nehmen gegen den Griff hin sehr wenig (nur etwa 6mm) an Breite zu, oder sind auch wohl durchgehends von einerlei Breite, da die nur auf Vermehrung der Steifheit berechnete Verbreiterung durch den Rücken überflüssig gemacht wird. Die Zähne sind die gewöhnlichen ungleichseitig dreieckigen; ihre Stellung in Bezug auf den Griff ist so, daß die Säge schneidet, indem man sie von sich wegschiebt, und beim Zurückziehen leer geht. Man bezeichnet dies durch den Ausdruck: die Zähne seien auf den Stoß gestellt.

Nähere Maßangaben über die englischen Fuchsschwanzsägen.

Benennungen:	Länge, Millimeter	Breite, Millimeter		Dicke, Millimeter	Zähne auf 100mm Länge
Ohne Rücken.		am Griffe	vorn		
Rip saw . . .	710 bis 760	178 bis 228	76 bis 102	1,27	14
Half rip saw . .	660 „ 710	152 „ 203	76 „ 89	1,07 bis 1,27	16
Hand-saw . . .	560 „ 660	127 „ 190	63 „ 76	1,07 „ 1,27	20
Broken-space saw (fine hand-saw)	560 „ 660	127 „ 190	63 „ 76	1,07 „ 1,27	25
Panel saw . . .	510 „ 610	114 „ 190	51 „ 63	1,07	29
Fine Panel saw .	510 „ 610	102 „ 152	51 „ 63	0,89 „ 1,07	33
Chest saw . . .	250 „ 510	63 „ 89	32 „ 51	0,81 „ 1,27	25 bis 50
Mit Rücken.					
Tenon saw (Absetzsäge, Zapfensäge)	410 bis 510	83 bis 108		0,81	41
Sash-saw	360 „ 410	63 „ 89		0,71	40 bis 45
Carcase saw . . .	250 „ 360	51 „ 76		0,64	45 „ 50
Dovetail saw (Zinkensäge)	150 „ 250	38 „ 51		0,56	57 „ 74

1) Jahrbücher, VIII. 241. — Polyt. Journ., Bd. 14, S. 21.

9) Lochsägen, Stichsägen, Spitzsägen (scie à main, scie à couteau, scie à voleur, scie à guichet, passe-partout, passe-port, *compass saw*, *lock saw*, *fret saw*, *key-hole saw*). Zum Ausschneiden von Schweifungen, Löchern, durchbrochenen Verzierungen, u. dgl., besonders in solchen Fällen, wo die Schweifsäge (S. 698) durch ihre Größe unbequem, oder das Gestell derselben hinderlich wird (wenn z. B. eine Oeffnung sehr weit vom Rande eines Bretes entfernt auszusägen ist). Das Blatt ist 80 bis 350 und selbst 580mm lang, mit einer Angel in einem hölzernen runden Hefte (bei den größten Exemplaren in einem Griffe gleich dem eines Fuchsschwanzes) befestigt, zunächst am Hefte nur 7 bis 30mm breit, nach dem anderen Ende verjüngt und zum Theile fast in eine Spitze auslaufend, mit 20 bis 50 Zähnen auf 100mm Länge versehen. Die Zähne sind auf den Stoß gestellt, wie bei dem Fuchsschwanze. Um dem Blatte bei seiner geringen Breite die nöthige Unbiegsamkeit zu verleihen, macht man dasselbe ziemlich dick (1 oder 1,2mm und selbst bis gegen 2mm); eben deshalb aber können die Zähne, bei ihrer Kleinheit, nicht geschränkt werden, und man ist genöthigt, um das Einklemmen der Säge im Schnitte zu verhindern, die Dicke von der Schneide aus gegen die Rückenkante zu vermindern, sodaß letztere nur halb so dick ist. Doch finden sich unter den größten (etwas breiten) Lochsägen auch solche mit schwächerem Blatte und geschränkten Zähnen. Starke Lochsägen (aus deutschen, nicht aus englischen Fabriken) haben oft eine eigenthümliche (übrigens auch an den zum Schneiden grünen Holzes bestimmten Gärtner-Sägen, *pruning saw*, vorkommende) Art von Zahnung, welche gleichsam doppelt ist, indem sie an jedem Rande der Zahnseite eine Reihe Zähne darbietet; diese Zähne sind sehr breit (nur 12 bis 24 auf 100mm) und stehen in beiden Reihen abwechselnd; das Blatt hat an der Schneide 2,5 bis 3mm Dicke[1]).

Englische Sägenfabriken unterscheiden die Lochsägen in drei mit verschiedenen Namen bezeichnete Gattungen, über welche hier nähere Angaben folgen:

	Länge, Millim.	Breite Mm. am Griffe	Breite Mm. vorn	Dicke Millim.	Zähne auf 100 Mm. Länge
Table saw (mit Fuchsschwanz-Griff) . . .	457 bis 660	44 bis 57	25 bis 38	1 bis 1,6	29 bis 33
Compass-saw oder *lock-saw* (desgleichen) . .	203 „ 457	25 „ 38	12 „ 19	1 „ 1,2	33 „ 37
Key-hole saw oder *fret saw* (mit geradem rundem Hefte) . . .	152 „ 305	12 „ 19	3 „ 6	0,9 „ 1	37 „ 50

In Fällen, wo man wegen Kleinheit des auszuschneidenden Loches und wegen Mangels einer kleinen Stichsäge nur die Spitze einer langen gebrauchen kann, ist diese unbequem zu führen und sehr dem Abbrechen ausgesetzt. Es verdient daher das englische Lochsägenheft *(saw-pad)* Empfehlung, welches so eingerichtet ist, daß man eine darin befestigte Säge mehr oder weniger hervorragen lassen kann. Die zu diesem Hefte bestimmten Sägen haben keine Angel, sondern statt deren eine längere Fortsetzung, welche selbst wieder eine Lochsäge ist. Das Blatt läuft demnach von der Mitte aus nach beiden Enden spitzig zu, und es versteht sich von selbst, daß die Richtung der Zähne auf den beiden (unabhängig von einander zu gebrauchenden) Hälften eine entgegengesetzte ist.

10) Grathsäge. — Mittelst der bisher beschriebenen Sägen kann man theils gar nicht, theils nur mit viel Unbequemlichkeit Einschnitte auf einer sehr breiten Fläche machen; namentlich sind dieselben unanwendbar, wenn ein solcher Einschnitt mit einem seiner Enden den Rand der Fläche nicht erreicht. Dieser Fall kommt aber bei gewissen Holzverbindungen an Tischlerarbeiten (bei der sogenannten Zusammenfügung auf den Grath, wovon später) häufig vor. Man bedient sich dann der Grathsäge, welche ein 170mm langes Blatt und einen zum Anfassen mit beiden Händen eingerichteten hölzernen Griff hat. In den unteren Theil des letzteren ist das Blatt seiner ganzen Länge nach so eingelassen, daß von dessen Breite nur 12mm vorsteht.

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 608.

Die Zähne (30 auf 100^{mm}) stehen auf den Zug, d. h. mit den Spitzen nach dem Arbeitenden hin geneigt, wonach die Säge angreift, indem man sie gegen sich hinzieht.

11) Absetzsäge mit Anschlag (scie à arraser)[1]. Die französischen Tischler gebrauchen diese eigenthümlich gebaute Säge, um an vierkantigen Holzstücken, deren Ende zu einem Zapfen gebildet werden soll, die Quereinschnitte auf den vier Seiten zu machen. Die Einrichtung des Werkzeuges ist so, daß diese Schnitte bei einiger Aufmerksamkeit nicht anders als völlig rechtwinklig gegen die Oberfläche werden können. Man denke sich ein Holzstück von der Gestalt eines Hobelkastens, aber ohne Loch und ohne Eisen; ferner auf der unteren Fläche (Sohle) nicht eben, sondern in der Art rechtwinklig abgesetzt oder ausgefalzt, daß die Sohle sich der ganzen Länge nach in zwei horizontale Flächen theilt, von welchen die an der rechten Seite tiefer liegt und mit der anderen durch eine senkrechte Fläche zusammenhängt. Parallel mit dieser letzteren wird auf der linken Seitenfläche des Ganzen ein Sägeblatt festgeschraubt, dessen untere gezahnte Kante noch etwas höher steht als die untere Abtheilung der Sohle. Beim Gebrauche dieser Säge legt man an das glatt und rechtwinklig abgehobelte Hirnende des Arbeitsholzes den weiter hinabreichenden Theil des Werkzeuges (den Anschlag oder Backen, joue) mit seiner inneren Seitenfläche, und läßt ihn bei der Führung der Säge stets in Berührung damit. So muß natürlich der Schnitt parallel mit der Hirnseite werden und in eine Entfernung von derselben fallen, welche ebenso groß ist wie die Breite des höher liegenden Theiles der Sohle.

12) Quadrirsäge. Sie weicht von Nr. 11 wesentlich nur darin ab, daß der Anschlag von dem das Sägeblatt enthaltenden Theile getrennt ist und demselben (unbeschadet des Parallelismus beider) mehr oder weniger nahe gestellt werden kann. Sie dient demnach für kurze und lange Zapfen; ihre Hauptbestimmung ist aber, Furnüre zu eingelegter Arbeit in Streifen oder in viereckige Plättchen von bestimmter Größe zu zerschneiden. Macht man das Sägeblatt sehr dick, so kann das Werkzeug gut gebraucht werden, um quer über die Holzfasern, Furchen (Nuthen) einzuschneiden, die z. B. öfters nöthig sind, falls man rechtwinklig gegen eine Holzfläche dünne Bretchen (als Scheidewände in einem Kasten ꝛc.) aufrichten will[2].

13) Zapfensäge zum Abschneiden hervorragender Zapfen-Enden in gleicher Ebene mit der Holzfläche, von welcher sie herausspringen. Für diesen Fall ist ein Sägeblatt erforderlich, welches — unbeirrt von seinem Handgriffe oder irgend einem anderen Theile seines Gestelles — platt auf die Arbeitsfläche gelegt werden kann. Bei Spannsägen (Nr. 2, 3) ist diese Lage des Blattes allerdings zu erreichen, indem man letzteres so herumdreht, daß seine Ebene rechtwinklig gegen jene des Gestelles steht (S. 698); allein die Führung ist dann mehr oder weniger unbequem und unzuverlässig. Man gebraucht daher für Fälle der gedachten Art gern kleine Sägen, deren zwei hier angeführt werden können. Die erste[3] hat ein hölzernes Gestell von entfernter Aehnlichkeit mit einem Metallsägebogen, das man sich ziemlich deutlich nach der Figur ⊓‾‾ vorstellen kann. Das freistehende Ende des horizontalen langen Theiles dient als Griff oder Stiel; auf den unteren Endflächen der beiden vertikalen Theile ist ein 120 bis 150^{mm} langes (größerer Bequemlichkeit halber an beiden Kanten gezahntes) Sägeblatt von 25^{mm} Breite so angeschraubt, daß seine Fläche unter rechtem Winkel zur Ebene des Gestelles steht. Die Gebrauchsweise ergiebt sich hiernach von selbst. Die zweite Art[4] hat als Griff ein 100^{mm} langes, 50^{mm} breites, zum Anfassen bequem gestaltetes Stück Holz, welches auf seiner unteren Fläche ganz eben ist. Auf dieser ebenen Fläche und längs deren Kante ist ein 25^{mm} breites, ebenfalls 100^{mm} langes Sägeblatt so angeschraubt, daß dessen Zahnkante und daneben noch die halbe Breite des Blattes über das Holz herausspringend freisteht. Eigenthümlich ist hier

[1]) Nosban, Manuel du menuisier, I. 196.
[2]) Werkzeugsammlung, S. 212.
[3]) Polytechn. Mittheilungen, II. 121.
[4]) Polytechn. Mittheilungen, II. 120.

noch die Anordnung der Zähne, welche von der gewöhnlichen ungleichseitig-dreieckigen Form, aber sämmtlich mit den Spitzen nach der Mitte hinsehend gestellt sind, sodaß von dem einen Ende bis zur Mitte die Richtung der Zähne die entgegengesetzte von der ist, welche auf der anderen halben Länge des Blattes stattfindet (vergl. S. 694). Die Säge schneidet demzufolge in jeder ihrer beiden Bewegungsrichtungen. Man gebraucht sie unter anderen mit Vortheil bei Anfertigung furnirter Arbeit, um die über eine Kante hinausragenden Theile des Furnüres von der rechtwinklig anstoßenden Fläche aus wegzuschneiden; sie heißt deshalb auch Furnirsäge (scie à placage).

Mehrere der hier beschriebenen Tischlersägen werden regelmäßig auch in den übrigen Holz verarbeitenden Gewerben angewendet; namentlich die Oertersäge und die ihr an Gestalt gleichenden kleineren Spannsägen, die Laubsäge, der Fuchsschwanz, die Lochsäge.

Für einige besondere Fälle werden zwei in einem Gestelle parallel verbundene Sägen angewendet, um gleichzeitig zwei Schnitte zu machen. Um z. B. zur Bildung eines Zapfens am Ende eines Holzstückes in letzteres zwei einander gegenüber stehende Einschnitte nach dem Laufe derselben Ebene hervorzubringen, sind die Sägeblätter mit ihren Zahnreihen einander zugewendet und das Arbeitstück wird zwischen sie eingebracht: doppelte Absetzsäge, doppelte Zapfenbrustsäge[1]). Um dagegen zwei Parallel-Schnitte neben einander zu machen — sei es zur Herstellung der Seitenflächen eines Zapfens oder zum Einsägen eines Schlitzes — giebt es verschiedenartig konstruirte Vorrichtungen mit in benachbarten parallelen Ebenen liegenden Sägeblättern: doppelte Zapfensäge[2]), doppelte Schlitzsäge[3]).

B. **Kreissägen,** Zirkelsägen (scie circulaire, *circular saw*). Mit Voraussetzung dessen, was bereits (S. 657—660) über diese Sägen vorgekommen ist, muß hier im Besonderen des Gebrauches gedacht werden, welchen man von kleinen Kreissägen macht, um mit viel Gewinn an Zeit und an Genauigkeit kleine Holzbestandtheile zuzuschneiden. Krummlinige Schnitte abgerechnet, ist für diesen Zweck die Anwendbarkeit der Kreissäge unbegrenzt. Der Durchmesser des Blattes kann 60 bis 300mm betragen (wobei 20 bis 48 geschränkte Zähne von der gewöhnlichen ungleichseitig dreieckigen Gestalt auf 100mm des Umkreises stehen, überhaupt die Theilung (S. 694) gewöhnlich etwa $^1/_{30}$, bisweilen $^1/_{25}$ oder bei Blättern von 250 bis 300mm auch nur $^1/_{50}$ oder $^1/_{60}$ des Durchmessers beträgt). Man befestigt dasselbe mittelst eines Loches in seinem Mittelpunkte auf einer eisernen Achse (*spindle*), versieht jedes Ende der letzteren mit einer konischen, genau zentrischen Zuspitzung und lagert sie mittelst dieser Spitzen horizontal in einem passenden Gestelle. Diese Anordnung gewährt an sich den Vortheil einer geringen Reibung; da aber bei dem schnellen Umlauf der Säge die Oel-Schmiere durch die Fliehkraft von den Spitzen weggetrieben wird: so ist es besser, der Achse förmliche Zapfenlager und jedem Zapfen einen scheibenförmigen Ansatz zu geben, der die Gestalt zweier abgestumpfter, mit ihren Grundflächen zusammenstoßender Kegel hat. Indem diese Scheibe von einer dazu passenden Aushöhlung des Lagers aufgenommen wird, ist jeder Verschiebung der Achse vorgebeugt, und zugleich wird das Oel stets in das Innere des Lagers (wo der größte Umkreis der Scheibe sich befindet) hineingetrieben.

Verhältnisse einiger kleinen Kreissägen, wie sie hier in Rede stehen:

Durchmesser		Dicke des Blattes		Theilung		Anzahl der Zähne
65 mm	—	0,50 mm	—	2,17 mm	—	94
75 „	—	0,47 „	—	2,56 „	—	92
108 „	—	0,50 „	—	3,53 „	—	96
124 „	—	0,81 „	—	5,00 „	—	78
155 „	—	0,80 „	—	4,77 „	—	102
257 „	—	1,00 „	—	5,24 „	—	154

[1]) Berliner Verhandlungen, XX. (1841), S. 111.
[2]) Berliner Verhandlungen, XX. (1841), S. 112.
[3]) Berliner Gewerbeblatt, Bd. 8 (1843), S. 305. — Polyt. Journ., Bd. 90, S. 418. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 2 (1843), S. 458. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover, 1843, S. 168. — Polyt. Mittheilungen, II. 113.

Die Säge ist zum Betriebe durch Elementarkraft [1]) oder durch Menschenkraft vorzurichten. Im letzteren Falle können Arbeiter, welche eine Drehbank besitzen, diese zur Anbringung und Bewegung der Kreissäge benutzen, wobei man einen zur Stützung und Regierung des Holzes dienenden kleinen eisernen Sägetisch *(saw table)* [2]) in der Auflage befestigt. Sonst baut man dazu ein eigenes tischartiges Gestell, unter welchem sich ein Schwungrad mit einem zu dessen Umdrehung bestimmten Tritte befindet. Weiter oben liegt die Sägenachse, die, mittelst Rolle und Schnur (Riemen) ohne Ende, von dem Rade umgedreht wird. Das Tischblatt läßt sich erheben und senken, sodaß durch einen Spalt desselben ein kleinerer oder größerer Theil der Säge oben herausragt. Man richtet sich hiermit nach der Dicke des zu zerschneidenden Holzes und kann vermöge der erwähnten Veranstaltung sehr leicht auch Einschnitte machen, die nicht durchgehen, sondern nur auf eine bestimmte Tiefe in das Holz eindringen. Neben der Säge ist auf dem Tische eine eisenbeschlagene oder ganz eiserne Leiste angebracht, längs welcher man das Schnittholz hingleiten läßt und die man in beliebige Entfernung von dem Sägeblatte, parallel oder schief gegen dessen Ebene, stellen kann, je nachdem größere oder kleinere Theile, in der oder jener Richtung, abzuschneiden sind. Bei einer solchen Sägemaschine (scie mécanique, *bench saw*) [3]) kann ein Sägeblatt von 200 mm Durchmesser ohne Beschwerde für den Arbeiter mit 500 Umdrehungen in der Minute bewegt werden (Umfangsgeschwindigkeit 5,23 m in der Sekunde). — Zum Zuschneiden kleiner Bestandtheile aus Knochen, Elfenbein, Horn kann eine ganz ähnliche Vorrichtung benutzt werden; nur läßt man dabei die Säge mit ihrem unteren Theile in Wasser tauchen [4]). — Zum Querabschneiden langer Hölzer (deren Zuschiebung beschwerlich ist) verwendet man neuerdings Kreissägen, welche in einem pendelartig aufgehangenen Rahmen gelagert sind und so leicht von Hand dem Arbeitsstücke entgegengeschoben werden können (Balancirende oder schwingende Kreissägen, Pendelsägen) [5]).

Es ist mit Erfolg die Einrichtung benutzt worden, eine schief auf ihrer Achse befestigte Kreissäge als Mittel zum Einschneiden von Ruthen zu gebrauchen, wobei der Grad der Schiefstellung die Breite der Ruth bestimmt, das Sägeblatt aber von entsprechend elliptischer Gestalt sein muß, damit alle Umfangspunkte desselben in der Mantelfläche eines und desselben (gedachten) Zylinders liegen [6]). Sonst bedient man sich zu gleichem Zwecke kleiner gewöhnlicher Kreissägen, deren Dicke so groß ist wie die erforderte Breite des Einschnittes oder der Ruth; solcher Sägen bringt man mehrere auf derselben Achse an, wenn eine Anzahl Einschnitte zugleich gemacht werden soll (z. B. zum Zusammenzinken der Wände von ordinären Kistchen).

Ueber Anwendung der Bandsäge s. S. 660.

X. Raspeln (râpe à bois, *rasp*) [7]).

Ihre Beschaffenheit wurde bereits früher angegeben (S. 496). Sie sind, der Art ihrer Wirkung nach, den Sägen verwandt und leisten für die Verarbeitung des Holzes dasselbe, wie die Feilen für die Metalle; doch ist die Häufigkeit ihrer Anwendung jener der Feilen nicht gleichzustellen, weil man mit letzteren auf Metall auch ebene Flächen bearbeitet, welche dagegen bei Holz viel leichter und besser durch das Hobeln erhalten werden. Dem Holzarbeiter bleiben daher die Raspeln fast nur zur Ausbildung unebener (sowohl hohler als konvexer) Oberflächen Bedürfniß, theils um

---

[1]) Armengaud, XVI. 131. — Polyt. Centr. 1858, S. 1045. — Schweiz. Z. 1856, S. 2.

[2]) Mittheilungen, Lief. 66—67 (1852), S. 215.

[3]) Berliner Verhandlungen, III. 206. — Industriel, II. 95. — Bulletin d'Encouragement, XXII. (1823), p. 219. — Polyt. Journ., Bd. 13, S. 13. — Gewerbeblatt für das Königreich Hannover 1843, S. 5. — Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I. (Stuttgart 1858), S. 449.

[4]) Brevets, 1844, T. 2, p. 186.

[5]) Wiebe, Skizzenb. 1872, Heft 6, Bl. 3 und 4.

[6]) Polyt. Journ., Bd. 142, S. 184. — Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 410. — Schweiz. Z. 1857, S. 12. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 163; 1867, S. 734. — Brevets, T. 86, p. 339. — Wiebe, Skizzenb. 1872, Heft 6, Bl. 5.

[7]) Technolog. Encyklopädie, XI. 544.

solche ganz und gar auszuarbeiten, theils um in manchen Fällen die mit dem Stechzeuge (S. 687) ꝛc. hervorgebrachten Löcher, Vertiefungen oder Erhöhungen zu glätten.

Feilen werden auf Holz höchst selten (nur etwa zuweilen bei den härtesten Holzarten) gebraucht, weil ihr Hieb von den weichen sich hineindrückenden Spänen sogleich verstopfen, mithin unwirksam gemacht werden würde. Der aus einzeln stehenden Zähnen gebildete Raspelhieb ist diesem Nachtheile nicht unterworfen, aber die Raspel muß sehr feine und dicht stehende Zähne haben, wenn sie einigermaßen glatt arbeiten soll. Man bedarf daher grober Raspeln zum Vorarbeiten, wo es hauptsächlich auf Schnelligkeit ankommt, und feiner zum Glätten der Arbeit. Die gröbsten Raspeln enthalten ungefähr 6 Zähne auf 1 □cm Fläche, die feinsten unter den gewöhnlich vorkommenden Sorten 60 bis 70; nur bei einigen der kleinsten Arten steigt die Zahl auf 150 oder 160. Vergleicht man damit den Hieb der Feilen, so ergiebt sich der Vorzug dieser letzteren — hinsichtlich der Tauglichkeit zur Darstellung einer glatten Fläche — ganz entschieden. Die gröbsten Armfeilen (S. 349) enthalten nämlich etwa 13 Zähnchen auf 1 □cm (10 Einschnitte des Oberhiebes und 8 des Unterhiebes in 25 mm Länge); mittelgroße Bastardfeilen z. B. 368 Zähnchen (beziehungsweise 50 und 46 Einschnitte); kleine Schlichtfeilen — ohne die Uhrmacherfeilen in Betracht zu ziehen — wenigstens 1700 Zähnchen im □cm.

Nach der Größe sind die Raspeln verschieden (von 3 bis 16 Zoll, S. 348); ebenso nach der Form, in welcher letzteren Beziehung die bei den Feilen gewöhnlichsten Abänderungen (S. 349—351) auch hier vorkommen. Es giebt nämlich:

1) F l a c h e R a s p e l n. Die meisten sind spitzig, und also in der Form mit den spitzflachen Feilen übereinstimmend; auf den zwei schmalen Seiten befindet sich nicht der eigenthümliche Raspelhieb, sondern ein grober einfacher Feilenhieb. Man hat aber auch A n s a t z - R a s p e l n, welche gleich den Ansatzfeilen in der ganzen Länge von einerlei Breite, und auf einer schmalen Seite glatt (ohne Hieb) sind, desgleichen ähnliche breite flache Raspeln, bei welchen beide schmale Seiten glatt, und solche, wo beide auf die erwähnte Weise gehauen sind. Die f l a c h e n D r e c h s l e r - R a s p e l n sind fast ebenso dick als breit; manchmal mit abgerundeten Kanten, wodurch sich ihr Querschnitt dem Ovale nähert (o v a l e D r e c h s l e r - R a s p e l n). Mit dem Namen R a s p e l f e i l e n bezeichnet man flache Raspeln, welche auf einer ihrer breiten Flächen einen doppelten Feilenhieb (Unter- und Oberhieb) enthalten, während die andere wie eine Raspel gehauen ist.

2) H a l b r u n d e R a s p e l n, von der Gestalt der halbrunden Feilen. Außer dem auf beiden Flächen befindlichen Raspelhiebe sind auf den zwei Kanten mit einem schneidigen Meißel kleine Einschnitte gemacht, wodurch Zähne entstehen, vermittelst welcher das Werkzeug auch zur Bildung schmaler Einschnitte u. dgl. brauchbar wird.

Die flachen und halbrunden Arten sind allgemein üblich, wogegen die folgenden seltener, und zum Theil sehr wenig vorkommen.

3) V i e r k a n t i g e R a s p e l n, quadratisch im Querschnitte, spitz; an den Kanten durch kleine Einschnitte gezahnt.

4) D r e i k a n t i g e R a s p e l n, spitz, mit drei gleichen Flächen und feingezahnten Kanten.

5) M e s s e r r a s p e l n, von der Form der Messerfeilen, auf den zwei schmalen Seiten mit einem einfachen Feilenhiebe versehen.

6) V o g e l z u n g e n - R a s p e l n.

7) R u n d e R a s p e l n. Außer den auf gewöhnliche Weise gehauenen ist eine aus England stammende Art derselben anzuführen, welche dadurch erhalten wird, daß man eine spitzige, im Querschnitt quadratische oder sechseckige Stahlstange (deren Flächen man allenfalls vorher rinnenartig hohl ausfeilen kann) auf allen Kanten mit eingefeilten oder durch den Meißel eingehauenen Kerben versieht und dann, glühend, schraubenartig windet (etwa auf 25 mm der Länge eine Umdrehung). Die zwischen den Kerben stehen gebliebenen scharfen Zähne treten dadurch weiter aus einander und kommen in Linien zu stehen, welche wie die Gänge eines vier- oder sechsfachen Schraubengewindes auf der Oberfläche der Raspel herumlaufen. Dieser Hieb ist leicht

zu verfertigen und verstopft sich nicht im Mindesten mit Spänen, greift daher immer scharf an; er macht auch eine glättere Fläche auf dem Holze, als man nach der Größe und gegenseitigen Entfernung der Zähne vermuthen sollte.

8) Riffel-Raspeln, gleich den Riffelfeilen (S. 352) zur Ausarbeitung runder oder geschweifter Vertiefungen (für Bildhauer ꝛc.) bestimmt, daher mehr oder weniger gekrümmt; übrigens im Querschnitte flachviereckig, halbrund, oval ꝛc. Hierzu gehören auch die zungenförmigen Kolbenraspeln (der Büchsenschäfter) mit ovalem Querschnitte und rundaufgebogenem Ende.

Scheibenförmige Raspeln, durch Drehung wirkend und daher den auf Metall angewendeten Spitzringen (S. 352) und Schleifsteinen (S. 341) analog, können in manchen Fällen von Nutzen sein, z. B. um die äußere Form von Futteralen u. dgl. schneller und leichter zu bearbeiten, als mittelst Handraspeln. Eine hierauf gegründete Raspelmaschine[1]) ist völlig nach Art der gewöhnlichen kleinen Drehbänke gebaut, nur daß sie statt der Spindel eine längere runde, in den zwei Spindeldocken und zugleich im Reitstock gelagerte, eiserne Achse enthält, auf welcher — in geringem Abstande von einander — zwei kreisrunde 250 mm im Durchmesser haltende, 40 bis 60 mm breite, mit raspelartig gehauenem Stahlring umkleidete Scheiben angebracht sind. Nach der Breite ihrer Stirn betrachtet, ist eine dieser Scheiben flach, die andere konvex gekrümmt wie eine halbrunde Raspel.

Die englischen Holzarbeiter gebrauchen unter der Benennung *floats*[2]) Werkzeuge, welche ihrer Bestimmung nach den Raspeln verwandt, in der Wirkungsweise mehr den einhiebigen Feilen ähnlich, aber auch von diesen durch ihre Gestalt wesentlich verschieden sind. Sie enthalten nämlich keinen Hieb, sondern bekommen vermöge tiefer schräger Einschnitte auf ihrer Fläche 10 bis 12 Schärfen, welche nach Art von Hobeleisenschneiden das Holz angreifen. Man hat dieselben (so in Japan) auch aus einer größeren Zahl scharfrandiger Stahlplättchen von quadratischer Form hergestellt, welche mittelst einer vierseitigen Durchbrechung auf einen vierseitigen (mit Handgriff versehenen) Eisenstab aufgereiht und durch eine Schraube an einander gedrückt werden.

In ihrer Wirkung den Raspeln verwandt sind die Raspelmaschinen, Farbholzmühlen *(rasping mill)*, auf welchen die Farbhölzer durch sägenartig gezahnte Stahlblätter in feine Späne zerrissen werden[3]).

XI. Hobel (rabot, *plane*)[4]).

Bei der Verarbeitung des Holzes sind die verschiedenen Arten der Hobel ebenso allgemein nothwendig, wie bei den Metallarbeitern die Feilen. Die Weichheit des Holzes macht nämlich die Zurichtung und Glättung der Oberflächen durch Abhobeln (raboter, *planing*) im Allgemeinen weit vortheilhafter und anwendbarer, als jede andere Art der Bearbeitung. Insbesondere können ebene, sowie einfach und regelmäßig gekrümmte Flächen (mit Ausnahme der vollkreisrunden, zur Anwendung der Drehbank geeigneten) auf keine andere Weise so leicht und vollkommen dargestellt werden.

Jeder Hobel besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich dem Kasten (Hobelkasten, fût, *stock*) und dem Eisen oder Hobeleisen (fer, *plane iron*). Ersterer ist ein meist parallelepipedisches oder ähnlich gestaltetes Stück von hartem Holze (am häufigsten Weißbuchenholz), dessen untere Fläche (die Sohle, semelle, *sole*, *face*) auf dem Arbeitstücke hingleitet und nach Verschiedenheit des Zweckes bald eben, bald einfach gekrümmt, bald verschiedentlich anders gestaltet sein muß. In einzelnen Fällen

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1845, S. 43.
[2]) Mittheilungen, Lief. 66—67 (1852), S. 221. — Polyt. Centr. 1853, S. 260. — Polyt. Journ., Bd. 126, S. 403.
[3]) Berliner Verhandlungen, I. 45. — Brevets, XII. 49.
[4]) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. Artikel: Hobel; Bd. VIII. Artikel: Küferarbeiten. — Werkzeugsammlung, S. 199, 221. — Holtzapffel, II. 472. — Brevets 1844, I. 6; XII. 117. — F. v. Wertheim, Werkzeugkunde. Wien 1869.

wird die Sohle mit einer aufgeschraubten Eisen- oder Messingplatte belegt, zuweilen selbst der ganze Hobelkasten von Eisen verfertigt. Der Kasten wird auf die bekannte Weise mit beiden Händen angefaßt und bewegt; oft giebt man ihm, zum bequemen Anlegen der linken Hand, an dem vorderen Ende eine aufrechtstehende krumme Hervorragung (Nase, *horn*); die größten Hobel erhalten hinter dem Eisen einen ringartigen Griff (poignée), welchen die rechte Hand umfaßt. Das Hobeleisen steckt in einem Loche oder Ausschnitte (Keilloch, lumière, *mouth*) des Kastens, ragt mit dem scharf geschliffenen unteren Ende ein wenig über die Sohle hervor und schneidet, wenn letztere in Berührung mit der Holzfläche fortgeführt wird, von dieser einen mehr oder weniger dünnen und langen Span (Hobelspan, copeau, *chip*, *planing*, *shaving*) ab. Es besteht selten ganz aus Stahl, gewöhnlich aus zwei flach auf einander geschweißten Platten von Eisen und Stahl; die Zuschärfung geschieht (unter einem Winkel von 30 bis 35 Grad) nur von einer Seite, nämlich von der des Eisens, sodaß die Schneide an der Stahlseite sich befindet. Seine Wirkung ist der eines Messers zu vergleichen, wobei der Kasten den doppelten Nutzen hat, die Schneide in stets gleichbleibender Lage gegen das Arbeitsholz zu erhalten, und ein ungleichmäßiges oder zu starkes Eindringen derselben zu verhindern (S. 264). Mit wenigen Ausnahmen liegt das Hobeleisen so in dem Kasten, daß die Zuschärfungsfläche nach hinten gekehrt ist. Das Eisen ist gegen die Sohle zumeist unter einem Winkel von 45 Grad geneigt; in mehreren später zu bezeichnenden Fällen nähert es sich mehr der senkrechten Stellung, wirkt dann mehr schabend als schneidend, greift demgemäß weniger in das Holz ein, macht aber dasselbe sehr glatt, und sprengt die etwa vorhandenen krummfasrigen und verwachsenen Theile nicht so leicht aus. Die Befestigung des Eisens geschieht durch einen hölzernen Keil (coin, *wedge*), den man nöthigenfalls dadurch losmacht, daß man Hammerschläge auf das hintere Ende des Kastens, in der Richtung von dessen Länge, führt; derselbe stützt sich entweder gegen zwei an den Seitenflächen des Keilloches sitzende Vorsprünge oder gegen einen quer durch das Keilloch gesteckten und im Kasten festsitzenden eisernen Steg.

Die Neigung *(pitch)* des Eisens gegen die Hobelsohle pflegt man in England nach folgenden durch besondere Namen bezeichneten Abstufungen zu unterscheiden: *common pitch* 45°, *York pitch* 50°, *middle pitch* 55°, *half pitch* 60°.

Hobel werden hauptsächlich angewendet: a) zum Ausarbeiten und Glätten (corroyer) ebener Flächen oder solcher, welche eine einfache (hohle oder konvexe) Krümmung nach nicht zu kleinem Halbmesser haben; b) zur Verfertigung von Leistenwerk, Gesimsgliedern und ganzen Gesimsen, wobei mehr oder weniger schmale, theils ebene, theils nach kleinen Halbmessern gekrümmte Flächen vorkommen; c) zur Formung hölzerner Bestandtheile behufs ihrer Zusammenfügung.

Die Hobel zu dem unter c) genannten Zwecke werden am besten in dem von den Holzverbindungen handelnden Abschnitte betrachtet; hier ist also nur von den übrigen zwei Gattungen die Rede. Dabei wird die Aufmerksamkeit zunächst und hauptsächlich den Tischlerhobeln, als den am allgemeinsten vorkommenden, zugewendet, jedoch das Nöthige über die Hobel anderer Holzarbeiter gelegentlich beigefügt werden.

Das mit den Hobeln zu bearbeitende Holz wird in der Regel auf der Hobelbank (S. 670) eingespannt. Um Flächen auszuarbeiten, welche unter genau bestimmten Winkeln gegen andere Flächen stehen müssen, nimmt man die Stoßlade (boite à recaler, *shooting board*, *shooting block*)[1]) zu Hülfe, von welcher es drei Arten giebt: die Winkelstoßlade für rechtwinklig zusammenstoßende Flächen, mit verschiedentlich abgeänderter Einrichtung[2]); die Gehrungsstoßlade (machine à onglet, boite de mitre, *mitre block*) für Flächen, welche unter 45° geneigt sind; die Kropflade, Verkröpfungslade, zur Hervorbringung zweier paralleler

---

1) Technolog. Encyklopädie, Bd. VII., S. 481.
2) Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 346. — Polyt. Centr. 1848, S. 294. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 25 (1847), S. 67.

Gehrungsflächen bei Kröpfungen an Gesimsen. Der Gehrungsstoßlade kann man eine Bauart geben, wonach sie sich auch für andere Winkel, als den von 45°, stellen läßt [1]).

A. Hobel zum Ebnen und Glätten *(bench-planes)*.

Wenn es darauf ankommt, ein rohes Bret aus dem Groben abzuhobeln (blanchir), und demnach mehr die Absicht ist, durch ein tief eingreifendes, dicke Späne abnehmendes Eisen die Arbeit schnell zu fördern, als eine glatte Fläche zu erzeugen, so bedient man sich des Schrobhobels (Schropp-, Schrupp-, Schrot-, Schärf-, Schurfhobel, riflard), von 250 bis 270mm Länge, mit flacher Sohle. Das Schrobhobel-Eisen *(round nose plane-iron)* ist 24 bis 36mm breit; seine Schneide bildet einen stark konvexen Bogen.

Zur Hervorbringung glatter ebener Flächen muß die Schneide des Eisens geradlinig sein, und man rundet nur die beiden Ecken desselben etwas ab, damit sie keine Furchen in das Holz reißen. Solche Eisen (Schlichteisen) sind entweder einfach oder doppelt. Die einfachen Eisen bestehen aus einer einzigen, von der Rückseite her zugeschärften Klinge, das Doppeleisen (double fer, *double plane-iron*) ist aus dieser und aus einer auf deren Vorderfläche liegenden Stahlplatte (Deckel, Deckplatte, Klappe, contre-fer, fer de dessus, *top plane-iron, break-iron*) zusammengesetzt, welche letztere eine solche Lage hat, daß der Hobelspan im Augenblicke des Entstehens dagegen stößt, fast unter rechtem Winkel von der Arbeitsfläche aufzusteigen genöthigt ist und folglich geknickt wird. Hierdurch eignen sich die Doppeleisen vortrefflich zum Reinhobeln (Abputzen) spröder oder verwachsener Holzarten, welche leicht ausspringen oder einreißen und durch das einfache Eisen nicht leicht eine recht glatte Oberfläche erhalten.

Die Hobel, in welchen die vorbeschriebenen (sowohl einfachen als doppelten) Schlichteisen gebraucht werden, sind an Größe verschieden, und erhalten hiernach mehrerlei Namen. Die Länge des Hobels ist bei der Bearbeitung ebener Flächen von wesentlichem Einflusse; denn in je größerer Ausdehnung die Hobelsohle die Arbeitsfläche berührt, desto sicherer muß diese, der Ebene der Sohle angemessen, selbst eben werden. Man würde, diesem Grundsatze gemäß, überall sehr lange Hobel anwenden müssen, wenn nicht dadurch die Arbeit, wegen der beschwerlicheren Führung des Werkzeuges, langsamer von Statten ginge. Für die Fälle, wo die strengste Ebenheit der gehobelten Fläche nicht erfordert wird, bedient man sich daher nur eines kurzen (250 bis 300mm langen) Hobels, nämlich des Schlichthobels (rabot, *smoothing plane*) [2]), der entweder mit einem einfachen oder mit einem doppelten Eisen versehen wird, und 48 bis 60mm breit ist. Man kann ihn so einrichten, daß er gestattet, dem Eisen nach Bedürfniß eine mehr oder weniger geneigte Stellung zu geben [3]). Der einfache Schlichthobel unterscheidet sich wieder in den groben Schlichthobel, bei welchem die Schneide nach einem äußerst flachen Bogen konvex gekrümmt ist, der mithin den Uebergang vom Schrobhobel bildet, und in den feinen Schlichthobel, mit völlig geradliniger Schneide. Die Eisenschneide des doppelten Schlichthobels, Doppelhobels ist stets ganz gerade. Zum Abhobeln sowohl großer als kleiner Flächen, die man sehr genau eben darstellen will, wird die (vom Schlichthobel nur durch die Größe verschiedene) Rauhbank, varlope, *trying plane*, gebraucht, welche 600 bis 750mm lang, 72mm breit ist, und ein einfaches oder doppeltes Schlichteisen erhält, wodurch die Benennungen einfache Rauhbank, Doppel-Rauhbank (varlope à double fer) sich erklären. Manchmal hat man kleine, nur 450 bis 500mm lange Rauhbänke (demi-varlope, *jack-plane*), denen man

1) Polyt. Centr. 1848, S. 294.
2) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 514.
3) Brevets, LV. 401. — Polyt. Centr., VII. (1846), S. 102.

wohl auch ein Schrobhobeleisen giebt, um damit größere Gegenstände aus dem Groben zuzurichten.

Um die härtesten Hölzer zu bearbeiten, belegt man zuweilen die Sohle des Schlichthobels, damit sie sich nicht so leicht abnutze und uneben werde, mit einer Messing- oder Eisenplatte (semelle en cuivre, semelle en fer, *plated sole, iron face)*; jedenfalls ist es gut, die vordere (zur Eisenschneide parallele) Seite des Spaltes, welchen das Keilloch auf der Sohle bildet, mit einem Stücke Buchsbaumholz oder Messing zu füttern, weil hier durch die Reibung der aufsteigenden Späne besonders schnell eine Abnutzung eintritt. Man hat zuweilen die Einrichtung getroffen, dieses Metallfutter durch Schrauben stellbar zu machen, damit es auch richtig in der Ebene der Sohle liegt, wenn letztere neu abgehobelt wird [1]). An dem doppelten Schlichthobel [2]) und zum Theil an der Rauhbank [3]) hat man allerlei Verbesserungen versucht, welche aber meist als wenig praktische Künsteleien erscheinen, wenigstens das Werkzeug komplizirt und kostspielig machen. Der sogenannte Putzhobel oder Verputzhobel (zum letzten Abputzen feiner Arbeiten) ist ein doppelter Schlichthobel, den man von sehr hartem Holze (Buchsbaum, Pockholz) zu machen oder mit eiserner Sohle zu versehen pflegt. Es ist bei demselben wesentlich, daß die Eisenschneide äußerst wenig aus der Sohle hervorstehe und der hierzu dienliche Spalt in der Sohle so schmal als möglich sei. Dieser Spalt soll überhaupt bei allen Hobeln nicht breiter sein, als nöthig ist, um den Span durchzulassen; denn indem alsdann die Hobelsohle durch ihren Druck auf das Arbeitsholz letzteres bis ganz nahe an das Eisen heran niederhält, verhindert sie die Erhebung und das Herausreißen solcher Holztheilchen, deren Wegnahme nicht beabsichtigt wird. Deshalb kann es nicht empfohlen werden, den Hobelkasten auf zwei in der Sohle größtentheils versenkten Friktionswalzen laufen zu lassen (Rollenhobel) [4]); denn während diese allerdings die Führung erleichtern, halten sie die Sohle ein wenig vom Holze entfernt und vereiteln die eben erwähnte Wirkung, welche nicht außer Acht gelassen werden darf, sofern man saubere Arbeit zu erhalten wünscht.

Noch größer als die Rauhbank, und überhaupt der größte Hobel in den Tischler-Werkstätten, ist die Fügebank oder Fugbank (varlope, *jointer*), womit lange Breter an den Kanten recht gerade abgehobelt (gefügt) werden, wenn man aus denselben größere Flächen, z. B. Fußböden, zusammensetzen will. Die Breter werden hierbei, wenn sie für die Hobelbank zu lang sind, in den Fügeböcken (S. 672) eingespannt. Oft ist die Fügebank nichts weiter als eine 900^{mm} lange Rauhbank (Rauhbank zum Fügen); die eigentliche Fügebank unterscheidet sich hiervon durch zwei Umstände; erstens wird sie von zwei Personen geführt und hat vorn an jeder Seite ein Heft, woran ein Arbeiter zieht, während ein anderer von hinten nachschiebt; zweitens sind auf den beiden Rändern ihrer Sohle niedrige und schmale, in der ganzen Länge hinlaufende Leisten aufgeschraubt, welche auf den schon gerade zugerichteten Kanten zweier Breter (Stoßladen) hingehen, zwischen denen das zu fügende Bret eingespannt ist. So sichert man im höchsten Grade die Richtigkeit der bearbeiteten schmalen Fläche, indem man dem Seitwärtsschwanken des Werkzeuges vorbeugt.

Gelegentliche Erwähnung verdienen ein Paar Hobel, die nicht eigentlich zur Bearbeitung des Holzes bestimmt sind, nämlich der Probirhobel, ein kleiner (90^{mm} langer, 33^{mm} breiter) Schrobhobel, womit man rohe Bohlen 2c. anhobelt, um Farbe und Zeichnung des Holzes zu erkennen; ferner ein ganz kurzer, mit Stiel und hölzernem Hefte versehener, ein einfaches Schlichteisen enthaltender Hobel, um alte Aufschriften von Kistendeckeln abzuschaben [5]).

[1]) Brevets, LXI. 338.
[2]) Polyt. Centr. 1838, Bd. 1, S. 369; Neue Folge, VI. (1845), S. 194; Jahrg. 1848, S. 241; 1855, S. 903. — Polyt. Journ., Bd. 66, S. 363; Bd. 97, S. 174; Bd. 107, S. 326; Bd. 165, S. 249. — Brevets, LXI. p. 418. — Brevets 1844, I. 6, 8, 14; V. 153. — Génie ind., T. 23, p. 288. — Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 32; 1862, S. 352.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 94, S. 186. — Brevets 1844, I. 9, 13.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 155, S. 252; Bd. 159, S. 418. — Polyt. Centr. 1860, S. 748; 1861, S. 753. — Schweiz. Z. 1860, S. 36.
[5]) Deutsche Gewerbezeitung 1863, S. 368.

Wenn eine Holzfläche, an welche unter rechtem oder stumpfem Winkel eine andere Fläche stößt, bis in den Winkel hinein bearbeitet werden muß, sind der Schlichthobel, die Rauhbank und Fügebank unanwendbar, weil ihr Eisen nicht bis an den Rand der Sohle reicht. Neben dem Keilloch befinden sich nämlich zu beiden Seiten schmale Theile des Hobelkastens (die s. g. Wangen), welche dieses Loch in seiner ganzen Höhe links und rechts begrenzen, wodurch die Nothwendigkeit entsteht, das Eisen um 12 bis 18 mm schmäler zu machen, als den Hobel. Für Fälle von der angezeigten Art ist der Simshobel, Gesimshobel (guillaume, *rebate plane, rabbet-plane, rabbit-plane*) [2]) bestimmt, dessen Eisen obenhin schmal und in ein Loch des Kastens eingekeilt, unten hingegen breiter ist, und sich über die ganze Breite der Sohle, ja sogar noch ein klein wenig darüber hinaus, erstreckt. Die Länge des Simshobels beträgt 250 bis 300 mm, seine Breite nur 12 bis 40 mm. Den gewöhnlichen geraden Simshobel (*square rabbit-plane*) versieht man zuweilen mit einem Doppeleisen (doppelter Simshobel) [3]). Andere Arten sind der steile Simshobel, guillaume debout (dessen Eisen unter 65°, statt 45°, gegen die Sohle geneigt ist), zum Arbeiten auf hartem, sprödem, maserigem oder ästigem Holze (vgl. S. 707); und der schräge Simshobel (*skew rabbit-plane*), bei welchem die Schneide des Eisens in schräger Richtung quer über die Sohle steht, damit es auf Querholz oder Hirnholz reiner schneide, ohne einzureißen.

Ein schräges Hobeleisen (welches auch in anderen Fällen Anwendung findet, s. unten) unterscheidet sich in seiner Wirkungsweise folgendermaßen von dem geraden Hobeleisen, dessen Schneide eine rechtwinklig zur Hobellänge gestellte Linie bildet. Während beim Hobeln auf Querholz (unter rechtem Winkel gegen den Faserlauf) das gerade Eisen eine bestimmte Faser mit der ganzen Ausdehnung der Schneide gleichzeitig faßt, gewaltsam aufhebt, herausreißt oder wegsprengt, daher eine mehr oder weniger rauhe Fläche erzeugt, greift das schräge Eisen mit dem zuerst ankommenden vorderen Endpunkte seiner Schneide früher an, worauf alsdann die übrigen Punkte der Schneide in der Reihe nachfolgen, sodaß die Ablösung einer jeden Faser auf den verschiedenen Punkten ihrer Länge successiv stattfindet, ähnlich wie beim Hobeln auf Längenholz; dadurch fällt die gehobelte Fläche weit glätter aus. Mit dem Schlichthobel ist man, bei Bearbeitung größerer Flächen, gewöhnlich in der Lage, das Hobeln über Querholz ganz zu vermeiden, oder wenigstens durch schräge Führung des Hobels die eben erklärte Wirkungsart zu erlangen: nicht so aber auf schmalen Flächen, oder wenn die Arbeitsfläche von einer daran liegenden Erhöhung begrenzt ist; in diesem Falle ist der Weg des Hobels vorgeschrieben und man muß durch Anbringung eines schrägen Eisens helfen.

Um die Kante eines Arbeitstückes in Gestalt eines rechten Winkels vertieft auszuhobeln, und so einen Falz (feuillure, *rebate*) zu bilden (z. B. auf der Rückseite von Bilderrahmen, an Fensterflügeln zum Einsetzen des Glases und zum Anschlag gegen den Futterrahmen rc.), dient der Falzhobel (feuilleret, *fillister*), welcher sich vom geraden Simshobel nur dadurch unterscheidet, daß längs der einen Kante der Sohle eine nach unten vorspringende Leiste (der Anschlag oder Backen) hinläuft, damit der Hobel stets gerade an dem Holze fortgeführt werden kann. Von diesem einfachen Falzhobel (*standing fillister*) ist der stellbare Falzhobel (*moving fillister*) dadurch verschieden, daß er einen beweglichen Anschlag hat, welcher versetzt werden kann, um nach Belieben das Aushobeln breiterer und schmälerer Falze zu gestatten. — Zur Verbreiterung eines schon vorhandenen Falzes dient der seitwärts schneidende Sims- oder Falzhobel, Wandhobel (guillaume de côté, *side rebate-plane, side rabbit-plane*) [1]), dessen Eisen — wie schon der Name anzeigt — die Schneide an einer seiner Seitenkanten hat. Er kann bei verschiedenen

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 513. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 395.

[2]) Mittheilungen, Lief. 31 (1842), S. 250, 251; Lief. 38 (1845), S. 237. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. I. (1843), S. 539, 540; Jahrg. 1856, S. 603. — Brevets 1844, T. I., p. 9.

[3]) Polyt. Mittheilungen, II. 133.

Gelegenheiten gebraucht werden, wo wegen Enge des Raumes ein gewöhnlicher Simshobel nicht angewendet werden kann (z. B. um die Seitenwände einer breiten rechtwinkligen Furche abzuhobeln, u. dergl.). Zu solchen Zwecken hat man in deutschen Werkstätten häufiger den Wangenhobel, Wandhobel, *T rabbit plane*, welcher an der Sohle viel breiter ist, als im oberen Theile des Kastens. Sowohl der Querschnitt des Kastens, als die Fläche des Eisens hat nämlich hier die Gestalt eines umgekehrten T (⊥), wovon man sich den Querstrich als einen niedrigen, unten mit der Schneide versehenen Theil denken muß, der die ganze Breite der Sohle einnimmt (daher führt das Wangenhobel-Eisen im Englischen den Namen *T iron*). Uebrigens giebt es einfache und doppelte (mit Doppeleisen versehene), auch schräge Wangenhobel; in Bezug auf letztere gilt das vom schrägen Simshobel Gesagte.

Die Beschreibung eines sehr zusammengesetzten Falzhobels, welcher darauf berechnet ist, zugleich als Simshobel, Federhobel ꝛc. brauchbar zu sein, s. m. am unten angezeigten Orte [1]).

Der Zahnhobel (rabot à dents, rabot à fer bretté, *toothing plane*) unterscheidet sich von allen anderen Hobeln dadurch, daß sein sehr steiles — beinahe rechtwinklig zur Sohle stehendes — Eisen (Zahneisen, fer bretté, *tooth plane iron*, *toothed plane-iron*) statt der Schneide eine Reihe feiner, spitziger Zähne besitzt. Er wird gebraucht, um Holzflächen mit einer feinen, gleichmäßigen Rauhigkeit zu versehen (was man Zahnen, bretter, bretteler, *scratching*, *making a tooth*, nennt), oder Gegenstände aus sehr harten und unregelmäßig gewachsenen Holzarten zu bearbeiten, worauf man dieselben mittelst des dichten Schlichthobels glättet. Der erste Fall kommt immer bei furnirter Arbeit vor, wo man die mit einander in Berührung kommenden Flächen des Blindholzes und der Furnüre mittelst des Zahnhobels rauh macht, damit der Leim besser faßt. Die eigenthümliche kratzende Wirkung des Zahneisens verursacht, daß es selbst auf gänzlich verwachsenen oder maserigen Hölzern keine Theile aussprengt. —

Die bisher erklärten Hobel sind zunächst zur Ausarbeitung ebener Flächen bestimmt, werden aber auch auf Gegenständen mit konvexer Krümmung gebraucht, selbst wenn der Halbmesser dieser letzteren klein ist. Um z. B. runde Stöcke (Billardstöcke, Queues, oder dgl.) darzustellen, macht man dieselben ursprünglich vierkantig, hobelt dann zunächst die Kanten bis zum regulären Achteck ab, hierauf ebenso die acht Kanten bis zum Sechzehneck, u. s. w. Die zuletzt bleibenden äußerst stumpfen Winkel sind durch geringes Abschaben zu vertilgen. So werden auch hölzerne Walzen (wie die Bäume an Webstühlen ꝛc.) mit der Rauhbank und dem gewöhnlichen Schlichthobel zugerichtet. In solchen Fällen kann man, um auf bequeme Weise größere Genauigkeit zu erreichen, die Walze mit ihren Zapfen in ein Gestell legen, worin sie mittelst einer Kurbel, auch wohl mit Hülfe einer Theilscheibe, nach und nach umgedreht wird, während der Hobel auf einer Art von Gleise parallel zur Walzenachse so geführt wird, daß er in bestimmtem Abstande von der Achse bleibt [2]). Eine Drehbank kann leicht zu diesem Zwecke eingerichtet werden [3]). — Selten kommen bei den Tischlern zur Bearbeitung konvexer Krümmungen eigene Rundhobel (mouchette) vor, bei welchen die Schneide des Eisens konkav bogenförmig (*hollow-nosed plane-iron*) und die Sohle entsprechend ausgehöhlt (von der Form eines hohlen Zylinderabschnittes) ist.

Dagegen sind besondere Hobel für konkave Oberflächen durchaus unentbehrlich. Die gewöhnlichsten darunter sind die, nach ihrer schiffähnlichen Gestalt benannten, Schiffhobel (rabot rond, rabot cintré, *compass plane*), deren Sohle der Länge nach konvex gerundet, der Breite nach gerade ist, und die man mit einem einfachen Schlichteisen, einem Doppeleisen oder einem Zahneisen versieht. Für Gegenstände von

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 94, S. 183.

[2]) Geißler's Drechsler, III. 3. Abth., S. 70.

[3]) Schreiber, Beiträge zur Mühlenbaukunde ꝛc. 1. Heft (Königsberg 1837), S. 97.

sehr verschiedenem Krümmungshalbmesser bedarf man natürlich mehr oder weniger stark gekrümmter Hobel; denn es ist zwar keineswegs erforderlich, daß die Krümmung der Hobelsohle mit jener der Arbeitsfläche übereinstimme, sie kann auch von kleinerem Halbmesser sein; doch darf der Unterschied nicht zu groß werden, damit der Hobel noch hinlängliche Berührung mit dem Holze hat, um mit Sicherheit geführt zu werden.

Sehr zweckmäßig sind manche Schiffhobel dazu eingerichtet, um auf Krümmungen von sehr verschiedenen Halbmessern gebraucht zu werden. Es ist nämlich am vorderen Ende des Hobelkastens ein auf und nieder verschiebbares und in jeder Stellung zu befestigendes Eisenstück angebracht, welches mit seinem unter die Sohle hinabreichenden Ende dem Hobel einen Stützpunkt auf dem Arbeitstücke giebt. Je flacher nun die Krümmung des letzteren ist, desto tiefer stellt man das erwähnte Eisenstück, wodurch der nämliche Zweck erreicht wird, wie durch eine flachere Sohle. Nach einer anderen Einrichtung ist die Hobelsohle sehr stark gekrümmt, auf derselben aber eine biegsame und elastische Stahlplatte angebracht, welche durch Schrauben mehr oder weniger gekrümmt werden kann.

Auch **krumme Simshobel** (guillaume cintré), mit bogenförmiger Sohle, gleich dem Schiffhobel, giebt es für solche Fälle, wo ein Simshobel auf hohlen Flächen gebraucht werden muß. — Für lange rinnenartige Höhlungen, die wegen ihres geringen Krümmungshalbmessers und auch schon wegen des Laufes der Holzfasern nicht nach der Quere mit dem Schiffhobel ausgehobelt werden können, bedient man sich eines **runden Hobels** (rabot rond, *spout plane*) mit in der Längenrichtung gerader, aber der Breite nach zylindrisch gewölbter Sohle, der übrigens dem gewöhnlichen Schlichthobel gleicht, nur daß die Schneide des Eisens, der Krümmung der Sohle entsprechend, bogenförmig ist. Auch hier kann natürlich der Krümmungshalbmesser der Sohle kleiner sein, als jener der Arbeitsfläche. —

Hobel, welche in der Einrichtung von den Tischlerhobeln abweichen, kommen bei mehreren andern Holzarbeitern vor, nirgends aber mehr als bei den Böttchern, wegen der hier ganz eigenthümlichen Beschaffenheit der Arbeitstücke (Fässer 2c.). Zur vorläufigen Zurichtung der Faßstäbe (S. 667) auf den breiten Flächen, sowie zur Vollendung der Fugen (d. h. der schmalen Seiten, mit welchen die Dauben im Fasse einander berühren), dienen zwei Hobel, nämlich der **Rauh-** oder **Schürfhobel** und der **Glatthobel**. Ersterer entspricht dem Schrobhobel der Tischler und hat wie dieser ein Eisen mit bogenförmiger Schneide, aber auch die Sohle ist dem entsprechend (der Breite nach) konvex gekrümmt. Der Glatthobel wird nach dem Rauhhobel angewendet, um die starken Spuren des letzteren zu vertilgen; er hat ein Eisen mit gerader Schneide und eine flache Sohle, wie der Schlichthobel bei den Tischlern; zuweilen wird er mit einem Doppeleisen gebraucht. Große Rauh- und Glatthobel werden mit quer stehenden Griffen versehen und von zwei Personen bewegt (**zweimänniger** Rauhhobel und Glatthobel). Der **Fugenhobel** ist ein langer Glatthobel, womit die Fugen der Bodenstücke zu den Fässern abgehobelt werden. — Die größten (den Rauh- und Fugbänken der Tischler entsprechenden) Hobel gebraucht der Böttcher zum Bestoßen der Fugen, d. h. um dieselben (bei den Dauben nach der erforderlichen Bogengestalt, bei den Bodenstücken ganz geradlinig) aus dem Groben zuzurichten. Es sind dies die **Stoßbank** (**Fugbank**, **Fügebank**, **Fügblock**, *jointer*) und das **Blöchel**. Die Stoßbank, welche 1,5 bis 3 m lang ist, hat das Eigenthümliche, daß sie unbeweglich in schräger Richtung aufgestellt wird, und man das Holz über die nach oben gekehrte Sohle der Länge nach hinschiebt. Die **Reifbank** ist eine kleine (nur 0,9 bis 1,2 m lange) Stoßbank, zu Arbeit von geringerer Größe. Die Dauben sehr großer Fässer würden, wenn sie auf der Stoßbank zugerichtet werden sollten, eine gar zu bedeutende Länge dieses Werkzeuges voraussetzen, auch durch ihren Umfang und ihre Schwere unbequem zu handhaben sein. Man bestößt sie deshalb mittelst des **Blöchels**, welches ein zweimänniger (von zwei Personen zu führender) 450 mm langer Hobel ist, den man über das unbeweglich eingespannte Holz hinführt.

Da an den Böttcherarbeiten verschiedene gekrümmte Oberflächen vorkommen, welche sich mit geraden Hobeln nicht bearbeiten lassen, so werden hierzu mancherlei krumme Hobel erfordert, wie es in diesem Maße bei keinem anderen Zweige der Holzverarbeitung der Fall ist. Hierher gehört zunächst der **Stemmhobel** *(sun plane)*, um die von den Hirnenden der Dauben gebildeten Faßränder (das s. g. **Gestemm**) abzuhobeln. Diese Ränder sind gegen den Boden einwärts geneigt und bilden daher einen Theil einer Kegeloberfläche. Die Sohle des Hobels ist eben, das Eisen an der Schneide geradlinig, aber

der Kasten dergestalt seitwärts gekrümmt, daß die linke und die rechte Fläche desselben konzentrische Zylinderabschnitte bilden; denn nur dadurch wird es möglich, daß die ganze Länge der Sohle immerfort die Dauben berührt. Für große Fässer muß die Krümmung des Hobels schwächer sein, als für kleine. Man hat auch zweimännige Stemmhobel. — Der Gärbhobel gleicht dem Schiffhobel der Tischler (S. 711), ist nämlich auf der Sohle der Länge nach konvex, weil er gebraucht wird, um die innere Seite der Gefäße (bei Fässern in der Nähe der Enden, bei kleineren, offenen Gefäßen in der ganzen Ausdehnung) glatt zu bearbeiten, und dabei quer über die Dauben geführt wird. Bei kleineren, nur mit einem Boden versehenen Gefäßen muß zuweilen das Innere ausgehobelt werden, nachdem der Boden schon eingesetzt ist. In diesem Falle würde man mit dem Gärbhobel nicht bis dicht an den Boden hinarbeiten können; man bedient sich dann des Backenhobels, der dem Simshobel und Wangenhobel der Tischler, S. 710, 711, verwandt ist (insofern nämlich das Eisen an einer Seite des Kastens bis an den Rand des letzteren heraustritt), übrigens aber dem Gärbhobel gleicht. — Um die äußere (konkave) Seite der Faßböden, desgleichen das Innere von Bottichen u. dgl. in der Längenrichtung, zu bearbeiten, dient der Schabhobel, dessen Sohle nach Länge und Breite (doch mehr nach letzterer) konvex gerundet ist. Der Spatzenhobel ist ein Schabhobel, dessen Eisen nicht wie gewöhnlich mitten im Kasten, sondern ganz nahe am vorderen Ende angebracht ist, damit man im Innern eines Gefäßes bis fast an den Boden, oder außen auf einem schon eingesetzten Faßboden bis nahe an die darüber hervorragenden Dauben hobeln kann. — Die äußere Oberfläche der Fässer wird, nachdem alle Reifen abgenommen sind (wobei die Dauben demungeachtet zusammenhalten) durch Abhobeln nach der Länge geglättet (gestreift). Der Hobel, welcher hierzu dient (Streifhobel), hat eine der Breite nach konkave Sohle und ein Eisen mit entsprechend hohler Schneide. Bei Bottichen, und überhaupt bei Gefäßen mit einem Boden und geraden Stäben (welche ohne Reifen nicht zusammenhalten) geschieht das Streifen nach der Quere (indem man einige wenige Reifen sitzen läßt) mit dem Quer-Streifhobel, dessen Sohle nach der Länge hohl gekrümmt und dessen Eisen an der Schneide geradlinig ist. —

Die Tischlerhobel sind meistentheils zu groß, um damit auf schmalen und kurzen, von einigen oder von allen Seiten eingeschlossenen Flächen zu arbeiten. Wo dieses letztere häufig vorkommt, muß man daher kleinere Hobel gebrauchen. Dies ist z. B. der Fall bei der Verfertigung von Kutschenkästen, wozu eigene Wagenkastenmacher-Hobel (outils de carrossier) dienen. Diese sind, wegen ihrer Kleinheit, rückwärts mit einem verhältnißmäßig langen, etwas nach oben gerichteten Griffe versehen, werden zu größerer Dauerhaftigkeit oft aus sehr hartem Holze (Grenadillholz, Pockholz &c.) gemacht, und auf der Sohle mit Messing oder (da dieses die Arbeit beschmutzt) besser mit Eisen, zuweilen statt dessen mit Knochen oder Elfenbein, belegt. Man gebraucht gewöhnlich Wangenhobel und Falzhobel. Erstere sind den gleichnamigen Hobeln der Tischler ähnlich. Die Falzhobel gleichen den Simshobeln der Tischler; der krumme Falzhobel (Stoßhobel) hat, wie ein Schiffhobel (S. 711) eine der Länge nach konvexe Sohle und dient zur Ausarbeitung konkaver Flächen. — Die englischen Wagner bedienen sich zur Darstellung runder Stangen, zur Bearbeitung runder Zapfen an Radspeichen, &c. eines Rundhobels *(rounder)*, welcher aus zwei durch hölzerne Schrauben verbundenen Theilen besteht, von denen einer das Eisen oder jeder ein besonderes Eisen[1]) enthält. Die durch Behauen oder durch Bearbeitung mit einem gewöhnlichen Schlichthobel schon aus dem Rohen zugerichtete Stange wird unbeweglich zwischen die beiden Theile eingeklemmt, worauf man den Hobel umdreht und zugleich auf der Stange allmälig fortbewegt. Eine einfachere Konstruktion ist folgende: Der Hobel hat die Gestalt eines, mit zwei einander gegenüber stehenden geraden Handgriffen versehenen, starken Ringes, welcher an einer Stelle seines Umkreises durch einen breiten Spalt geöffnet ist. Auf der einen Fläche dieses Spaltes liegt das Hobeleisen, dessen Schneide ein wenig innerhalb des inneren Ringrandes vorragt. Die Ringöffnung ist der Dicke des zu bearbeitenden Stockes oder Stabes angemessen, und somit bedarf man für jeden verschiedenen Durchmesser eines eigenen Hobels. Die Gebrauchsweise ist von der des vorstehend beschriebenen zweitheiligen Rundhobels nicht verschieden. — Man kann zur Beschleunigung der Arbeit, bei Anfertigung langer runder Stöcke, einen Rundhobel in einer drehbankartigen Vorrichtung anbringen

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XXXVII. (1838), p. 98. — Polyt. Journ., Bd. 69, S. 340. — Gewerbeblatt für Sachsen 1838, S. 367. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 2, S. 684.

und ihn mittelst derselben in drehende Bewegung setzen, während man das Holz allmälig mit der Hand einschiebt [1]). —

Zur Darstellung des sogenannten Holzdrahtes, nämlich dünner runder Holzstäbchen, welche man als Zündhölzer bei Feuerzeugen gebraucht, dient ein Zündhölzer-Hobel, dessen schmales Eisen statt der Schneide einige trichterartige, an der engen Oeffnung scharfrandige, dicht unter der Sohle liegende Röhrchen besitzt. Jedes solche Röhrchen schneidet oder spaltet, indem es mit jener engen Oeffnung in das Holz eindringt, ein zylindrisches Stäbchen heraus, und gleitet auf demselben fort, wie ein Ring, den man längs eines in seiner Oeffnung befindlichen Stockes fortschiebt [2]). Welche Abänderung das Hobeleisen erfahren muß, wenn man andere als runde Hölzchen (z. B. vierkantige, ovale, gefurchte) erzeugen will, ergiebt sich von selbst.

Kleine eiserne Hobel sind bei den Instrumentenmachern, besonders zur Verfertigung der Geigen-Instrumente, gebräuchlich. Die Flachhobel haben eine ebene Sohle von eiförmigem Umrisse; das Eisen derselben ist demgemäß an der Schneide geradlinig, wird aber bei der Bearbeitung maseriger oder verwachsener Hölzer verkehrt eingelegt (die Zuschärfungsfläche der Schneide nach vorn), wodurch es mehr schabend als schneidend wirkt. Zur Ausarbeitung der vertieften Wölbungen und Schweifungen sind die Ausarbeit-Hobel bestimmt, bei welchen die Sohle gewölbt (sowohl der Länge als der Breite nach konvex) und das Eisen an der Schneide konvex bogenförmig gestaltet ist.

In den Holzbearbeitungswerkstätten Nordamerikas sind in allen Größen Hobel in Gebrauch, bei denen — mit Ausnahme der Handgriffe — alle Theile aus Stahl oder Eisen bestehen, auch die Befestigung und Verstellung des Hobeleisens mit Hülfe von Schrauben geschieht [3]).

Als ein hobelartiges Werkzeug muß endlich hier der sogenannte Schabhobel (Speichenhobel, bastringue, wastringle, racloire, *spoke shave*) angeführt werden, welcher von Wagnern und einigen anderen Holzarbeitern gebraucht wird, um schmale ebene oder konvex gekrümmte Oberflächen abzuschaben oder durch Wegschneiden dünner Späne zu glätten. Das Eisen desselben ist eine etwa 100 mm lange, 12 bis 24 mm breite, an einer langen Seite scharf geschliffene Klinge, welche in einer, an zwei Griffen mit beiden Händen zu führenden, hölzernen Fassung so befestigt ist, daß ein zu tiefes Eindringen der Schneide verhindert wird, und zugleich durch eine geringe Veränderung in der Stellung des Eisens nach Belieben starke oder schwache Späne genommen werden können. Der Bandhobel der Böttcher (womit die zum Zusammenbinden hölzerner Faßreifen dienenden gespaltenen Weidenruthen glatt abgezogen werden) stimmt hiermit wesentlich überein.

B. Hobel zur Ausarbeitung von Gesims- und Leistenwerk (Kehlungen, **moulures**, *mouldings*).

Der Tischler bedarf hierzu einer Sammlung von Hobeln, welche Kehlhobel (rabots à moulures, *moulding planes*) [4]), oder zusammengenommen das Kehlzeug genannt werden. An Möbeln kommen bekanntlich sehr häufig ganze Gesimse vor; viele Gegenstände, z. B. Thüren u. dgl., erhalten oft nur eine aus wenigen Gesimsgliedern bestehende Einfassung (Kehlstoß) als Verzierung. Rahmen zu Spiegeln, Bildern 2c. sind ebenfalls meist gekehlt und werden aus entsprechend geformten Leisten, welche oft schon vor dem Zuschneiden und Zusammensetzen vergoldet sind (Goldleisten, baguettes de cadre) zusammengesetzt. Größere Gesimse werden gliedweise bearbeitet und dann zusammengesetzt; nur Kehlstöße und kleine Simswerke bildet man auf ein Mal im Ganzen. Daher sind Hobel für die einzelnen Glieder und solche zur gleichzeitigen Ausarbeitung zweier oder mehrerer vereinigter Glieder erforderlich. In jedem Falle bildet man zuerst das Holz mit Schrob- und Schlichthobel so viel möglich zu der beabsichtigten Gestalt, und gebraucht die Kehlhobel nur

---

[1]) Brevets, LVII. 20.
[2]) Technolog. Encyklopädie, VI. 83.
[3]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 114.
[4]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 514. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 396. — Polyt. Journ., Bd. 94, S. 187.

zur Vollendung, wodurch viel Zeit erspart wird. Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Kehlhobel besteht im Allgemeinen darin, daß ihre Eisen auf der Schneide nach der Form der zu hobelnden Glieder ausgeschweift sind, und daß die Sohle der ganzen Länge nach mit dieser Schneide übereinstimmend geformt ist. Oft sind die Eisen (Kehleisen, fer à moulure, *moulding plane iron*) nicht gehärtet oder doch nur schwach federhart, damit man sie mit der Feile zurichten und schärfen kann; weit besser aber sind (hinsichtlich der Schärfe und Dauerhaftigkeit) solche Eisen, welche nach der Zurichtung gehärtet, dann gelb angelassen sind und mit Handschleifsteinen scharf gemacht werden.

Die architektonischen Glieder, durch deren Verbindung Gesimse entstehen, sind: die Platte, das Plättchen (plate-bande, réglet, listel, bandelette, filet, carré, *list, fillet*); — der Stab, das Stäbchen, in drei verschiedenen Formen: als Rundstab (boudin, baguette, *round bead, cocked bead*), gedrückter oder französischer Stab, und Viertelstab oder Wulst (quart de rond, *quarter round*); — die Hohlkehle, in den nämlichen drei Abänderungen wie der Stab, nämlich: eigentliche Hohlkehle (gorge, *hollow, recess bead*), gedrückte Hohlkehle (scotie, *scotia*) und Viertelhohlkehle, Anlauf (congé, cavet, cavetto); — der Karnies (doucine, bouvement, *cornice, ogee*), und der umgekehrte Karnies (talon).

Die Platten, deren Oberfläche eben ist, werden mit dem doppelten Schlichthobel bearbeitet, und nach der Zusammensetzung des Gesimses mit dem Simshobel (S. 710) nachgeputzt. Das Eisen des Stabhobels (*round plane*) hat eine konkav bogenförmige Schneide (welche bei dem Rundstabe ein Halbkreis, bei dem Viertelstabe ein Quadrant, bei dem gedrückten Stabe aus einer stärkeren und einer schwächeren Krümmung zusammengesetzt ist); das Eisen des Hohlkehlhobels (*hollow plane*) ist an der Schneide konvex bogenförmig; jenes des Karnieshobels (*cornice plane, ogee plane*) Sförmig. Alle diese Hobel muß der Arbeiter von vielen Abstufungen der Breite, nach der Größe der Gesimsglieder, vorräthig haben. Namentlich hat man Stab- und Hohlkehl-Hobel (jederzeit paarweise zusammengehörig) von 6 bis 50 oder 60 mm breit. — Die Kehlhobel zu mehreren verbundenen Gliedern können sehr mannigfaltig sein, sowohl nach Größe als Art und Anzahl der Glieder, welche damit auf ein Mal ausgearbeitet werden. So giebt es dergleichen für einen Rundstab und ein Plättchen (tore, *tore, torus*), für einen Rundstab mit einem Plättchen an jeder Seite (astragale, *astragal*), für eine Hohlkehle zwischen zwei Plättchen (nacelle, trochile, *trochilus*), für einen Stab, eine Hohlkehle und zwei Platten, 2c.

Den Kehlhobeln sind auch die Fenstersprossen-Hobel (theils Stabhobel, theils Hohlkehlhobel, theils Hobel mit zusammengesetzten Kehlungen) beizuzählen; desgleichen die Hobel, womit gerippte und kannelirte Säulen, gerippte ebene Flächen [1]) 2c. ausgearbeitet werden. Um z. B. mehrere dicht neben einander liegende Rundstäbe (*reeds, reeding*) auszuarbeiten, enthält das Hobeleisen 2, 3 oder 4 bogenförmige Ausschnitte (*reed plane*), die Sohle ihrer ganzen Länge nach entsprechende Rinnen; die zwischen letzteren stehenden Kanten (*quirks*) werden zu größerer Dauerhaftigkeit aus eingelegten Streifchen Buchsbaumholz gebildet (*box slipped*): ein empfehlenswerthes Verfahren, welches die Werkzeugfabrikanten Englands bei verschiedenen Hobeln unter ähnlichen Umständen anwenden. Kannelirungen in der Gestalt von Hohlkehlen (*flutes*) bringt man mittelst eines dem Hohlkehlhobel ähnlichen Hobels (*fluting plane*) hervor.

Eiserne Kehlhobel, worin man Eisen von verschiedener Form und Breite einsetzen, auch dem Eisen nach Belieben eine veränderte Neigung geben kann [2]), sind für allgemeinen Gebrauch zu kostspielig.

Endlich ist anzuführen die Plattbank, der Plattenhobel (rabot plate-bande, guillaume à plates-bandes, feuilleret à plates-bandes, *side fillister*), womit hauptsächlich die breiten, rings um die Füllungen von Thüren, Wandgetäfel 2c. angebrachten Platten (plate-bande, *rebate*) hervorgebracht werden. Die einfache

[1]) Polyt. Mittheilungen, II. 135.
[2]) Brevets 1844, I. 9, 13.



gewöhnliche Plattbank ist von dem Falzhobel (S. 710) durch größere Breite verschieden, übrigens demselben ähnlich. Durch einen Falz, welcher längs der einen Kante der Sohle hinläuft, wird die fernere Wirkung des Hobeleisens verhindert, sobald dasselbe die Holzfläche innerhalb der Breite der Platte auf eine gewisse Tiefe weggenommen hat, und hierdurch die Höhe der Platte bestimmt. Die Breite hängt von jener des Hobels ab. Man hat aber auch Plattbänke, mit welchen Platten von verschiedener Breite und Höhe gehobelt werden können; diese enthalten zur Regulirung der Breite einen verstellbaren Anschlag (*fence*), welcher nach Erforderniß einen größeren oder geringeren Theil der Hobelsohle bedeckt, — zur richtigen Bemessung der Höhe einen ebenfalls verstellbaren Auflauf (*stop*). Da bei einer viereckigen Holztafel, welche an allen Seiten eine Platte erhalten soll, letztere an zwei Seiten in Querholz ausgearbeitet werden muß, so steht das Eisen der Plattbank schräg über die Sohle (S. 710), und auf der Linie, welche die Platte nach der Tafel hin begrenzt, müssen vorläufig die Holzfasern mit dem Schnitzer (S. 685) durchschnitten werden, um das Einreißen zu verhindern. Manchmal wird ein zu diesem Zwecke bestimmtes Messer (Vorschneider, *tooth, scoring point*) an dem Hobel selbst angebracht, sodaß es, dem Hobeleisen vorausgehend, den erwähnten Schnitt während der Arbeit selbst macht.

Zum Hobeln des Leistenwerkes an Kutschenkästen gebrauchen die Wagenmacher verschiedene Kehlhobel, welche zwar mit jenen der Tischler in den wesentlichsten Punkten übereinstimmen, aber sehr klein sind und namentlich eine (aus Messing oder Eisen bestehende) nicht über 25 mm lange Sohle haben, damit man sie auch auf krummen Flächen anwenden kann.

Auch bei den Böttchern kommen mehrerlei Hobel zur Verzierung der Fässer vor, welche in die Klasse der Kehlhobel gehören. So pflegt man bei großen Fässern zuweilen auf dem Boden geradliniges Leistenwerk (Stäbe, Hohlkehlen 2c.) anzubringen, wozu man sich des sogenannten Stabzeuges bedient. Mit diesem Namen bezeichnet man Hobel, welche eine gerade, verschiedentlich ausgekehlte Sohle, und ein Eisen mit angemessen geschweifter Schneide haben, ganz ähnlich den Kehlhobeln der Tischler. Häufiger werden die Böden mit zirkelförmigen, ringartig in sich selbst zurückkehrenden Kehlungen versehen. Der hierzu bestimmte Hobel (Kranzhobel) ist — weil er im Kreise gehen muß — dergestalt gekrümmt, daß eine seiner Seitenflächen einen konkaven, die andere einen damit konzentrischen konvexen Bogen bildet. Dicht über der Sohle geht mitten von der konkaven Seite in der Richtung des Halbmessers ein Lineal (die Feder) aus, welches im Mittelpunkte des Faßbodens mittelst eines Stiftes so befestigt wird, daß der Hobel sich in einem Kreise um jenen Mittelpunkt herumführen läßt, wobei das Lineal ihn stets auf dem richtigen Wege erhält. Von ähnlicher Einrichtung und Bestimmung ist der Bahnhobel. — Wenn, wie es nicht selten geschieht, auch der Frosch (d. h. der von den Enden der Dauben gebildete, über den Boden hervorragende Rand) auf der innern Seite mit Reifen verziert werden soll, so hat man hierzu einen Kehlhobel, dessen Sohle nach Art eines Schiffhobels konvex gekrümmt ist (Frosch-Bramschnitt).

XII. **Hobelmaschinen** (machine à raboter, raboteuse, *planing machine*)[1].

Bei einer fabrikmäßigen, durch Elementarkraft unterstützten Holzverarbeitung leisten Hobelmaschinen außerordentlich wichtige Dienste, indem sie Arbeiten, welche sonst mittelst verschiedener Arten von Handhobeln ausgeführt werden müssen, mit viel größerer Geschwindigkeit und zum Theil noch vollkommener verrichten. Nur ausnahmsweise ist bei Maschinen dieser Art das Werkzeug ein wirklicher Hobel von mehr oder weniger Aehnlichkeit mit dem Handwerkzeuge dieses Namens, da die alsdann unausweichliche geradlinige hin und her gehende Bewegung eine sehr große Geschwindigkeit nicht gestattet und eine bedeutende Zeit durch den unthätigen Rückgang der Schneidinstrumente verloren geht. In der Regel nimmt man seine Zuflucht zu einer kontinuirlichen Drehbewegung der Schneideisen und läßt diese ihren Kreis-

[1]) Technolog. Encyklopädie, VII. 525; VIII. 486. — R. Schmidt, Die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes; I. u. II. Sammlung. Leipzig 1870.

lauf mit ungemein großer Geschwindigkeit vollführen, während das Holz dagegen vorgerückt wird. Die allgemeinen Zwecke, zu welchen Hobelmaschinen gebraucht werden, sind: das Glattabhobeln der Dielen (womit sehr oft die Bildung von Nuthen und Federn an denselben, behufs nachheriger Zusammenfügung, verbunden ist), die Ausarbeitung von Kehlungen (S. 714), das Anschneiden von Zapfen und das Einschneiden von Schlitzen an Holztheilen, welche durch solche Gestaltung zur Herstellung von Holzverbindungen geeignet gemacht werden. Außerdem kommen Hobelmaschinen zu besonderen Zwecken, nämlich zur Ausarbeitung bestimmter einzelner Gegenstände vor.

Unterwirft man die Anbringung und Wirkungsweise der Schneidinstrumente einer näheren Betrachtung, so ergiebt sich naturgemäß eine Unterscheidung der Hobelmaschinen in solche mit rotirendem, mit geradlinig bewegtem und mit ruhendem Schneidzeuge. Für den zuerst genannten Fall sind zwei Arten der Ausführung üblich: entweder werden die Messer, Schneid- oder Hobeleisen auf der Fläche einer Scheibe oder in Querarmen einer Welle dergestalt eingesetzt, daß sie sich bei deren Umdrehung kreisförmig in einer Ebene bewegen, welche parallel ist zu der angegriffenen Holzfläche, und daß sie das Arbeitstück in bogenförmigen Schnitten, welche quer über die Breite desselben laufen, abhobeln (Parallelhobelmaschinen, Querhobelmaschinen); oder es befinden sich die Messer auf einer Welle, Scheibe oder Walze so angebracht, daß ihre Bewegung in einer Zylinderfläche erfolgt und das Arbeitstück hierzu in tangentialer Lage sich darbietet, die Schnittrichtung also mit der Länge und Bewegungsrichtung desselben zusammenfällt (Tangentialhobelmaschinen, Langhobelmaschinen). Bei den Maschinen mit geradlinig bewegtem Schneidwerkzeug besteht dieses in einem wirklichen Hobel, welcher durch einen Mechanismus auf dem festliegenden Holze vor- und zurückgeschoben wird. Sind endlich die Hobeleisen ruhend, so folgt von selbst die Nothwendigkeit, das Holz unter oder über denselben mit schiebender Bewegung fortschreiten zu lassen. Die Langhobelmaschinen zertheilen die abzuhobelnde Schicht in viel kurze Späne und bilden den Uebergang zu den Fräsmaschinen.

A. **Hobelmaschinen zu allgemeinen Zwecken, und zwar**

1) **Mit rotirendem Schneidzeuge:**

a) Quer-Hobelmaschinen (*transverse planing machine*)[1]. Sie können ihrer Natur nach nur zum Ebnen der Flächen an Dielen, Bohlen und anderen Holzstücken dienen. Die (öfters radförmig, d. h. mit Oeffnungen, ausgeführte) Schneidscheibe hat für größere Arbeit 0,8 bis 1,6 und sogar 3,6^{m} Durchmesser; die Anzahl der Schneideisen (die theils den Hohleisen S. 689, theils dem Schlichthobeleisen ähnlich und mit angemessener Neigung gegen die Holzoberfläche gestellt sind) ist 2, 4 oder 8 und manchmal bis 32. Die Welle der Scheibe steht senkrecht, unter der letzteren wird das Holz mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 60^{mm} pro Sekunde horizontal durchgeführt; die Schnitte haben also die Gestalt von quer oder schräg über die Holzbreite laufenden Kreisbögen. Die Umdrehungszahl der Welle und Scheibe (oder der diese letztere vertretenden messertragenden Arme) ist so bemessen, daß die Geschwindigkeit der Schneideisen in ihrem Kreislaufe 17 bis 30^{m} auf 1 Sekunde beträgt. Die Scheibe sitzt entweder am untersten Ende der Welle, und dann ist ein einziger Schlitten zur Führung des Holzes vorhanden; oder die Welle setzt sich unterhalb der Scheibe fort, in welchem Falle auf den zwei Seiten zwei (in entgegengesetzten Richtungen fortschreitende) Schlitten, jeder für ein besonderes Holz, angebracht werden. — Kleine Maschinen mit z. B. nur 150 bis 300^{mm} großer Scheibe baut man so, daß die Welle horizontal liegt und folglich das Holz auf einer vertikalen Seitenfläche gehobelt wird. Bringt man bei dieser Anordnung zwei Schneidscheiben auf getrennten Wellen so an, daß sie parallel einander gegenüberstehen, und führt man dann

---

[1]) Cyclopaedia, by Rees, XXVII. Artikel: Planing machine. — Polyt. Journ., Bd. 7, S. 443; Bd. 173, S. 241; Bd. 193, S. 112. — Armengaud, XI. 389, 390. — Wiebe, Skizzenb., Heft 11, Taf. 3; 1872, Heft 6, Bl. 1. — Hütte 1858, Taf. 35. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 26. — Atlas IV., Taf. 12. — Polyt. Centr. 1864, S. 1401.



ein Holzstück zwischen denselben durch, so werden an letzterem zwei ebene Flächen gleichzeitig ausgearbeitet und es bestimmt sich durch die Größe des Zwischenraumes zwischen den Scheiben die festgesetzte Dicke des gehobelten Holzes[1]).

An einer größeren Querhobelmaschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Des größten Arbeitstückes Höhe 280 mm, Breite 710 mm, Länge 3,65 m, Durchmesser der Schneidscheibe (von Stahlmitte zu Stahlmitte) 740 mm, minutliche Umdrehungszahl der Schneidscheibe 702, Schnittgeschwindigkeit 27,2 m pro Sekunde, Zahl der Stähle 4 (2 Schrotstähle, 2 Schlichtstähle), Zuschiebung für eine Umdrehung der Schneidscheibe 3,1 mm; größte beobachtete stündliche Leistung V = 0,233 cbm Rothbuchenholz abgehobelt bei 375 mm Breite des Bretes, 5 mm Schnitthöhe, 1,55 mm Schnittbreite, f = 7,55 □mm Spanquerschnitt; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang N_0 = 1,47 Pferdestärken, im Arbeitsgang N = 3,25 Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine 15,66 . 2,17 = 33,9 □m, Gewicht derselben 5500 kg; allgemein ergab sich für diese Maschine der Arbeitsverbrauch zu

$$N = 1{,}47 + \varepsilon \, . \, V \text{ Pferdestärken,}$$

worin der spezifische Arbeitswerth für Rothbuchenholz

$$\varepsilon = 3{,}16 + 0{,}5 \, . \, f \text{ beim Schruppen}$$
$$\varepsilon = 25 \text{ beim Schlichten,}$$

wenn f den ganzen Spanquerschnitt in Quadratmillimeter, V das stündlich zerspante Holzvolumen in Kubikmeter bezeichnet.

b) Lang-Hobelmaschinen (*parallel planing machine*). Sofern diese Maschinen zum Flachhobeln breiter Hölzer (Dielen, Parketfriese ꝛc.) gebraucht werden, besteht deren Schneidapparat (der Schneidkopf, Messerkopf, Messerwalze, porte-lames) aus einer durch Riemenbetrieb schnell um ihre Achse gedrehten horizontalen eisernen Welle oder Walze, woran 2, 3 oder 4, selten bis 6, Messer oder Schneideisen in gleichen Abständen rund herum vertheilt sind, welche das unter (zuweilen über) dem Schneidkopfe vorübergeführte Bret ꝛc. nach dessen Längenrichtung (also nach dem Faserlaufe) bestreichen und breite Späne davon abnehmen. (Ausnahmsweise hat man wohl versucht, das Holz festzulegen und den Schneidkopf darüber hingehen zu lassen.) Diese Art des Angriffes ist vortheilhafter für das Glatthobeln (Schlichten), als jene bei den Querhobelmaschinen (welche daher vorzugsweise zum Schruppen gebraucht werden), besonders wenn die Zuschiebung des Werkstückes in solcher Richtung erfolgt, daß die Messer nicht ins volle Holz schlagen, sondern von der schon bearbeiteten Seite her in die abzuhobelnde Schicht eindringen. Die Zuschiebung des Holzes geschieht meistens durch Walzenpaare, welche dasselbe zwischen sich nehmen: zur Erreichung einer richtig ebenen Fläche ist es aber besser, das Holz auf einen Schlitten zu befestigen und sammt diesem durch Zahnstange und Getriebe fortzubewegen. Die Länge des Schneidkopfes (demnach die größte zu behobelnde Holzbreite) beträgt 200 bis 700 mm; der Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises 150 bis 360 mm; die Anzahl der Umläufe des Schneidkopfes in 1 Minute 1200 bis 2000, folgerecht die Anzahl der Schnitte pro Minute (je nach Anzahl der Messer) 2400 bis 4800 und die Geschwindigkeit der Schneiden in ihrem Kreislaufe auf 1 Sekunde 14 bis 28 m. Der Vorschub des Holzes (1 bis 4,8 m in der Minute) ist so berechnet, daß auf 1 m Länge 650 bis 3300 Schnitte fallen. Den Messern wird eine solche Lage gegeben, daß sie in dem Momente des Eindringens in die Holzfläche etwa unter 45° zu derselben geneigt sind. Am gewöhnlichsten sind die Messerschneiden geradlinig, zur Achse des Schneidkopfes parallel, also rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des Holzes, nach Art der Doppelhobeleisen (S. 708) mit Deckplatte versehen und dergestalt angeordnet, daß eine jede die ganze Länge des Schneidkopfes einnimmt[2]). Wegen der Schwierigkeit, sehr lange Schneiden gut herzustellen und in Stand zu halten, wendet man nicht selten den Kunstgriff an, die Messer so schmal zu machen, daß sie nur die Hälfte, ein Viertel oder noch weniger von der Länge des Schneidkopfes einnehmen, dagegen ihre Zahl zu vermehren und sie so zu vertheilen, daß sie zwar insgesammt die ganze Holzbreite bearbeiten, aber in verschiedenen

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 137, S. 13. — Polyt. Centr. 1855, S. 993. — Brevets, T. 86, p. 337.

[2]) Brevets, T. 23, p. 210. — Wiebe, Skizzenb., Heft 11, Taf. 2; 4, 5; Heft 27, Taf. 4; 1870, Heft 2, Bl. 3; 1872, Heft 6, Bl. 2. — Hütte 1859, Taf. 7; 1861, Taf. 1. — Zeitschrift d. Ing. 1862, S. 443. — Polyt. Journ., Bd. 31, S. 348; Bd. 39, S. 295; Bd. 47, S. 94; Bd. 163, S. 338; Bd. 173, S. 345, S. 401; Bd. 174, S. 329. — Polyt. Centr. 1862, S. 1066, 1069. — Atlas IV., Taf. 13.

Zeitpunkten mit regelmäßiger Aufeinanderfolge zur Wirkung kommen[1]). Bei solchen schmäleren Messern geht es auch leichter an, sie nach Art sehr stark steigender Schraubengang-Theile zu legen, womit man die vortheilhafte Wirkung (glättere Arbeit) eines schrägen Hobeleisens (S. 710) erreicht, indem dann die Schnittlinien schief zu den Holzfasern fallen[2]). Indessen kommen auch Ausführungen vor, wobei die Messer ganz dem Schneidkopf entlang sich erstrecken und schraubenartig gewunden sind, z. B. drei Messer, von welchen jedes etwa einen halben Umgang auf 670 mm Länge des Schneidkopfes macht[3]). Eine Maschine, welche das in Arbeit genommene Bret gleichzeitig auf beiden Flächen abhobelt[4]), ist so eingerichtet, daß das Bret auf seiner Kante stehend durchgeht und zu jeder Seite desselben zwei geneigt stehende Schneidköpfe angebracht sind; jeder der letzteren enthält zwei zu seiner Achse parallele Messer, welche vermöge jener Schiefstellung nach Art schräger Hobeleisen wirken. Statt des geradlinig bewegten Tisches zur Aufnahme des Werkstückes hat man (für kleine Arbeitstücke, Radfelgen, Parkethölzer ꝛc.) neuerdings auch einen rotirenden Tisch in Form einer großen horizontalen Scheibe in Anwendung gebracht[5]). — Manche Brethobelmaschinen sind mit einer Vorrichtung verbunden, um während des Abhobelns der Flächen zugleich auf den schmalen (Kanten-) Seiten Nuthen oder Nuth und Feder auszuarbeiten, was bald mittelst kleiner Schneidköpfe mit angemessen gestalteten schmalen Messern, bald mittelst scheibenförmiger Fräsen, bald mittelst kleiner Kreissägen geschieht (vergl. S. 704). — Eine andere Kombination ist die von Hobelmaschine und Sägemaschine[6]), indem eine horizontal und platt liegende Säge (S. 657, 3) von einer dicken Bohle furnürartige Blätter abschneidet, indeß ein Schneidkopf mit 2 Messern die Oberfläche glatthobelt.

An einer Lang-Hobelmaschine mit 2 geraden Messern und mit Walzenzuschiebung wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Des größten Arbeitstückes Breite 425, Dicke 190, Durchmesser der Messerwalze (von Schneide zu Schneide) 184 mm, Zuschärfungswinkel der Messer 35°, Anstellungswinkel 28°, minutliche Tourenzahl der Messerwalze 2340, Schnittgeschwindigkeit 22,5 m pro Sekunde, Zuschiebung des Arbeitstückes pro Sekunde 70 mm, pro Umdrehung des Fräskopfes 1,8 mm; größte beobachtete Leistung V = 0,72 cbm Fichtenholz zerspant bei 273 mm Arbeitsbreite, 10,5 mm Höhe der abgehobelten Schicht; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}27$ Pferdestärken, N = 4,70 Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine 1,48 . 1,37 = 2,03 □m, Gewicht derselben 2000 kg; für den spezifischen Arbeitswerth (Verbrauch an Nutzarbeit pro 1 cbm stündlich zerspantes Holz) des Fichtenholzes ergab sich die Formel

$$\varepsilon = 2{,}5 + \frac{28}{h} \text{ Pferdestärken,}$$

worin h die Höhe der abgehobelten Schicht in Millimeter bezeichnet, daher der totale Arbeitsverbrauch für das pro Stunde zerspante Holzquantum von V cbm sich nach der Formel

$$N = 1{,}27 + \varepsilon . V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet.

Die Abänderungen, welche an der Lang-Hobelmaschine erforderlich werden, wenn es sich um Darstellung von Gesimsleisten oder gekehlter Arbeit überhaupt handelt, ergeben sich von selbst. Solche Kehlmaschinen (machine à moulures, *moulding machine*)[7]) enthalten 2 bis 6 Schneidmesser, welche nach Gestalt des auszuarbeitenden Profiles ausgeschnitten oder geschweift sind, und jedenfalls parallel zur Drehachse stehen. Der Schneidkopf ist 100 bis 280 mm lang, die Messer werden nach Erforderniß breiter oder schmäler eingesetzt; für schmale Holzleisten enthält jedes Messer das ganze Profil, für sehr breite läßt man jedes einen anderen Theil des Profiles ausarbeiten. Selbst die tiefsten Kehlungen werden mit einem einzigen Durchgange des Holzes unter dem Schneidkopfe vollendet. Der Schneidkopf, dessen Durchmesser an den äußersten Stellen der Messer 180 bis 360 mm beträgt, macht bis 2000 Umdrehungen und 2000 bis 4000 Schnitte in 1 Minute, wobei

[1]) Armengaud, X. 100. — Deutsche Gewerbezeitung 1855, S. 406.
[2]) Armengaud, VII. 254.
[3]) Armengaud, XV. 352.
[4]) Brevets 1844, T. 40, p. 261.
[5]) Hütte 1868, Taf. 25. — Polyt. Journ., Bd. 210, S. 168.
[6]) Deutsche Gewerbezeitung 1860, S. 40. — Schweiz. Z. 1860, S. 7.
[7]) Armengaud, XIV. 38. — Brevets, 1844, T. 48, p. 185. — Schweiz. Z. 1856, S. 101. — Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 103. — Atlas IV., Taf. 14.

die Geschwindigkeit der äußersten Punkte an den Messern 18 bis 37 m pro Sekunde erreicht. Die Zuschiebung des Holzes pro Sekunde ist 17 bis 33 mm, sodaß 1000 bis 4000 Schnitte auf 1 m Länge fallen. — Zur Herstellung schmaler Kehlleisten, z. B. Fenstersprossen, kann man mehrere Schneidköpfe auf derselben Welle anbringen und das damit bearbeitete breitere Holz sofort durch Kreissägen in einzelne Leisten zertheilen lassen [1]).

Die Maschinen zum Zapfenschneiden (Zapfenschneidmaschine, machine à tenons, *tenoning machine*) [2]) haben die Aufgabe, am Hirnende eines Holzstückes entweder nur zwei prismatische Eckstücke wegzunehmen, zwischen welchen der Zapfen stehen bleibt, oder mehrere gehörig von einander entfernte Einschnitte (Schlitze) zu machen, wenn eine größere Anzahl von Zapfen gebildet werden soll. Danach richtet sich die Zahl der gleichzeitig und neben einander arbeitenden Schneidmesser, sowie deren Größe, Gestalt und Stellung. Nach Umständen wird entweder das Holz gegen den Schneidkopf vorgerückt, oder letzterer durch das unbewegliche Holz allmälig herabgelassen. Eine andere Anordnung zur Bildung einfacher Zapfen ist die, daß man zwei Schneidköpfe über einander anbringt, deren horizontale Achsen mit einander und mit der Längenrichtung des entstehenden Zapfens parallel liegen, und den einen von oben, den anderen von unten auf das Holz wirken läßt; man spannt in diesem Falle mehrere neben einander gelegte Hölzer zusammen ein und läßt sie als Ganzes zwischen den Schneidköpfen durchgehen in einer Richtung, welche mit den Achsen der Köpfe einen rechten Winkel bildet. An breitem Holze erzeugt man auf diese Weise sogenannte Federn; um an anderen solchen Stücken die zur Aufnahme der Feder dienende Nuth hervorzubringen, oder um einen Falz auszuhobeln, wird nur der obere Schneidknopf gebraucht, welcher mit geschweiften Messern ausgerüstet wird, wenn man Kehlungen hobeln will. Die Zapfenschneidmaschinen enthalten meistens 3 oder 4, zuweilen 6 oder dagegen nur 1 Messer (beziehungsweise ebenso viele Messergruppen) in demselben Kreise; bei 1700 bis 1800 Umdrehungen pro Minute und 240 mm Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises beträgt die Geschwindigkeit derselben 20 bis 22,6 m auf 1 Sekunde; die Vorrückung des Holzes wird so bemessen, daß sie für jeden Schnitt 0,3 bis 0,44 mm beträgt.

An einer mit zwei Messern arbeitenden Zapfenschneidmaschine beobachtete der Herausgeber Folgendes: Durchmesser des Schneidkopfes 290 mm, Breite 96 mm, minutliche Tourenzahl desselben 1882, Schnittgeschwindigkeit 29,5 m, Zuschiebung pro Sekunde 1,33 bis 3,50 mm; größte beobachtete Leistung pro Stunde $V = 0{,}086$ cbm Fichtenholz zerspant bei 93 mm Schnittbreite, 74 mm Schichthöhe (Zapfenlänge), 140 mm Breite des geschnittenen Zapfens; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}62$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 2{,}87$ Pferdestärken, allgemein für Fichtenholz

$$N = 0{,}62 + 41{,}8 \,.\, V \text{ Pferdestärken;}$$

Raumbedarf der Maschine $1{,}52 \,.\, 0{,}965 = 1{,}47$ □m, Gewicht derselben 1250 kg. Bei Messerwalzen ohne Vorschneider hatte sich der spezifische Arbeitswerth statt $\varepsilon = 41{,}8$ zu $\varepsilon = 78{,}7$ Pferdestärken ergeben, woraus der Vortheil dieser Vorschneider ersichtlich wird.

2) Mit geradliniger Bewegung des Schneidzeuges. — Einrichtungen dieser Art, welche die Arbeit mit Handhobeln nachahmen, gebraucht man selten zu anderen Zwecken als etwa zur Herstellung gekehlter Leisten (Gesimsleisten) [3]), welche damit jedenfalls viel langsamer verfertigt werden, als auf Lang-Hobelmaschinen (S. 718). Es sind z. B. zwei hölzerne Kehlhobel (S. 714) von 290 mm Länge neben einander in einem eisernen Wagen angebracht, welcher mittelst seiner vier Räder auf langen Bahnen durch ein um eine Trommel sich aufwickelndes Seil fortgezogen wird, während das Holz unter ihm festliegt. Beim Rückgange werden die Hobel ein wenig gehoben, um die gehobelte Holzfläche nicht zu berühren; vor Anfang des neuen Vorgehens aber hebt sich der Tisch mit dem Holze um die Dicke des zu nehmenden Spanes. Um die rückgehende Bewegung zu benutzen, sind zwei Wagen (jeder mit zwei Hobeln) mit einander verbunden, was eine verdoppelte Länge der Maschine erfordert, und während ein Paar Hobel leer geht, arbeitet das andere, dessen Eisen entgegengesetzt stehen. Zum Glatthobeln kleiner Holztheile für Parketfabrikation &c. dient sehr zweckmäßig eine Maschine, auf deren Tisch ein

---

[1]) Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 40.

[2]) Armengaud, XI. 549; XII. 176. — Génie ind., T. 22, p. 114. — Jobard, Bulletin, T. 36, p. 138. — Polyt. Journ., Bd. 87, S. 198. — Polyt. Centr. 1855, S. 1173. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 71. — Atlas IV. Taf. 17.

[3]) Bulletin d'Encouragement, III. 182; XLV. (1846), p. 442. — Brevets, T. 58, p. 189.

eiserner 1,3ᵐ langer Hobel mit doppeltem Schlichteisen mittelst Krummzapfen und Hebelverbindung vor- und rückwärts geschoben wird, wobei die Länge seines Weges 400 mm beträgt. Die Sohle dieses Hobels ist seitwärts gewendet, und gegen sie hält man mit der Hand die Arbeitstücke an [1]). — Um grobe Werkstücke zu hobeln, ist die Einrichtung angegeben worden [2]), einen mit zwei Reihen Eisen besetzten Hobel mittelst Schubkurbel in Zügen von geringer Länge 150 Mal in der Minute vor- und rückwärts zu bewegen, während unter ihm das Holz mit seinem Wagen stetig fortschreitet (auf jeden Hobelstoß um 6,5 mm, also in 1 Minute um 975 mm).

3) Mit ruhendem Schneidzeuge (Abziehmaschinen). — Man hat das Glatthobeln von Bretern ꝛc. auch dadurch zu bewerkstelligen gesucht, daß man feststehende Hobeleisen anordnete und unter [3]) oder über [4]) denselben das Holz mittelst zweier Walzenpaare fortbewegen ließ, sodaß beziehungsweise dessen obere oder untere Fläche bearbeitet wurde. Ein Vorzug dieses Verfahrens ist kaum abzusehen; der dazu nöthige Kraftaufwand wird aber sehr groß sein; nach einer von dem Herausgeber hierüber ausgeführten Untersuchung [5]) ergab sich der Arbeitsverbrauch für 1 cbm stündlich zerspantes Holz

	für die Spandicke δ =			
	1/10	1/2	1 mm	
bei weichen Holzarten	71,8	103	142	Pferdestärken
bei harten Holzarten	89,6	128	176	"

welche Werthe viel höher sind, als die entsprechenden für alle anderen Holzbearbeitungsmaschinen. — Die Maschinen zum Ziehen der Gesimsleisten (s. unten) würden allenfalls auch hier anzuschließen sein.

B. Hobelmaschinen zu speziellen Zwecken, d. h. zur Anfertigung bestimmter einzelner Gegenstände.

1) Zum Hobeln der Zapfen an hölzernen Radzähnen hat man eine Lochbohrmaschine (S. 279) benutzt, nachdem der Bohrer daraus entfernt und quer durch das untere Ende der stehenden Bohrspindel ein nach der Seite sichelähnlich gekrümmter Meißel gesteckt war, der an seinem Ende die Schneide in Stellung einer senkrechten geraden Linie hatte. Die Holzstücke — einzeln oder mehrere neben einander — wurden auf einem Schlitten eingespannt und mit diesem durch Schraube und Handkurbel horizontal, in Richtung einer Tangente zu dem von der Meißelschneide beschriebenen Kreise, vorgeführt. Den Durchmesser dieses Kreises gleich 240 mm gesetzt, ist die Geschwindigkeit der Schneide bei 500 Umläufen pro Minute 6,28 m auf 1 Sekunde; die Vorrückung des Holzes kann 0,3 bis 0,33 mm für jeden Schnitt, also 2,5 bis 2,8 mm pro Sekunde betragen [6]).

2) Bei einer Maschine zum Hobeln der hölzernen Keile, womit gewisse Arten von Eisenbahnschienen in den eisernen Stühlchen befestigt werden [7]), ist das Schneidwerkzeug eine Scheibe von 160 mm Durchmesser und 90 mm Dicke oder Randbreite, an welcher vier Messer oder Hobeleisen rundum in gleichen Abständen vertheilt sind. Diese Scheibe sitzt auf horizontaler Achse und wird mittelst Riemenscheibe umgedreht, während man das zum Keil zu bildende Holzstück — in Gestalt eines vierseitigen Prisma zugeschnitten — mit einem Schlitten quer unter der Achse durchschiebt. Die eigenthümliche rundliche Keilgestalt entsteht durch entsprechende Form der Hobeleisenschneiden. Die beiden Seiten des Keiles werden nach einander auf zwei derartigen Maschinen mit verschieden gestalteten Eisen bearbeitet. — Eine andere Hobelmaschine zu Anfertigung der Keile für Eisenbahnstühlchen [8]) ist nach folgender Weise eingerichtet. Das zum Keil bestimmte Stück Eichenholz wird in einer Vorrichtung eingespannt, womit es Drehung um seine Achse und zugleich eine oscillirende Bewegung empfängt, um sich nach festgesetzter Art wechselweise dem Schneidapparate zu nähern und von demselben zu entfernen, wie die

---

[1]) Atlas IV., Taf. 15.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 155, S. 254. — Polyt. Centr. 1859, S. 1650.
[3]) Brevets 1844, T. 18, p. 109. — Polyt. Journ., Bd. 118, S. 261.
[4]) Polyt. Centr. 1856, S. 465.
[5]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 107.
[6]) Armengaud, I. 39. — Kronauer, Maschinen, I. Taf. 12.
[7]) Génie ind., T. 9, p. 168. — Polyt. Journ., Bd. 136, S. 436.
[8]) Berliner Verhandlungen 1853, S. 230. — Polyt. Centr. 1854, S. 520.

unregelmäßig runde Querschnittsgestalt der Keile es verlangt. Der Schneidapparat besteht aus zwei an einer Welle, diametral einander gegenüber, angebrachten Messern mit geradliniger (zur Welle paralleler) Schneide. Dieser Apparat macht 1300 bis 1400 Umdrehungen in 1 Minute, und da der Durchmesser des dabei von den Schneiden beschriebenen Kreises 220 mm ist, so beträgt die Geschwindigkeit in demselben 15,55 m auf die Sekunde.

3) Zur Verfertigung der Zündhölzer (Schwefelhölzer) kommen gleichfalls Hobelmaschinen in Anwendung. Diese Hölzer sind entweder platt (vierkantig) oder rund. Hobelmaschinen zu platten Hölzchen [1]) sind nach verschiedener Weise gebaut. Die einfachste besteht aus einem 300 bis 320 mm langen, 75 mm breiten Hobel, welcher auf einem Tische mittelst Schubkurbel vor- und rückwärts geschoben wird. Das Tischblatt enthält eine viereckige Oeffnung, welche 87 mm in der Richtung des Hobels lang und beinahe so breit wie das Hobeleisen ist. Letzteres liegt auf der Sohle des Hobels horizontal, und wirkt daher völlig nach Art eines Spaltmessers. Ganz nahe vor der Schneide desselben ist ein zweites, aber vertikales 50 mm breites Eisen angebracht, welches statt der Schneide 24 dünne, wie kleine Messer gestaltete Zähne enthält. Das zu verarbeitende Holz wird nach der Größe der im Tischblatte befindlichen Oeffnung zugeschnitten und in diese eingelegt, wo es auf einem Klotze ruht, den ein belasteter Hebel stets so weit erhebt, daß die Oberfläche des Arbeitstückes die Hobelsohle berührt. Unter diesen Umständen schneidet beim Vorschieben des Hobels das erwähnte Zahneisen 24 parallele Linien ein, und das demselben unmittelbar nachfolgende Schneideisen spaltet einen Span ab, welcher ohne Weiteres in lauter Streifen oder Stäbchen von 2 mm Breite zerfällt. Mit einigen Abänderungen arbeitet diese Maschine durch vertikale Bewegung der Schneidwerkzeuge und horizontales Vorschieben des Holzes [2]); man kann auch die beiden Operationen in der Art trennen, daß auf einer Vorbereitungsmaschine die Holzklötze in Blätter von Zündholzdicke gespalten und letztere auf der Hobelmaschine in Stäbchen zerschnitten werden [3]). — Nach einer anderen Erfindung werden auf der äußern Peripherie eines 900 mm großen eisernen Rades 30 Holzklötze von der Länge der Schwefelhölzer dergestalt befestigt, daß die Richtung ihrer Fasern quer über das Rad (parallel zu dessen Achse) liegt. Dicht an dem Rade befindet sich ein messingener Zylinder von 60 mm Durchmesser, in welchem parallel zur Achse eine Anzahl scharfer Messer so eingelassen ist, daß deren Ebenen sämmtlich durch die Zylinderachse gehen. Die Messer ragen nur 4 bis 6 mm weit aus dem Zylinder hervor und stehen einander so nahe, daß jeder Zwischenraum gleich ist der Breite eines Schwefelholzes. Unter dem Zylinder, aber ganz nahe an demselben, liegt eine unbewegliche Messerklinge von der Beschaffenheit eines gewöhnlichen Schlichthobeleisens, deren Schneide mit dem Zylinder und der Achse des großen Rades parallel ist. Indem nun das Rad sich dreht, begegnen die auf ihm befestigten Holzklötze zuerst dem Zylinder, dessen Messer sich in selbige eindrücken und feine Furchen nach dem Laufe der Fasern erzeugen, im Augenblicke nachher aber jenem Hobeleisen, welches einen Span von der Dicke der Schwefelhölzer abstößt. Daß dieser Span in lauter schmale Stäbchen zertheilt abfallen muß, ergiebt sich von selbst. Zylinder und Hobeleisen werden durch eine Schraube allmälig gegen das Rad heran bewegt; ersterer empfängt die drehende Bewegung ganz allein durch den Eingriff seiner Messer in das Arbeitsholz. (Wenn der vom Hobeleisen genommene Span sehr dünn bemessen wird, eignet sich diese Maschine gut als Farbholzmühle.)

Die Hobelmaschine zu runden Zündhölzchen [4]) gründet sich auf Anwendung der röhrchenförmigen Hobeleisen (S. 714), von welchen so viele dicht an einander stehend angebracht sind, daß z. B. 16 bis 20 Hölzer auf einen Zug erzeugt werden; der Holzklotz wird mit einem Schlitten unter diesen Eisen fortbewegt, oder letztere gehen von oben nach unten durch das während des Schnittes unbewegliche Holz.

4) Schindeln (Dachschindeln) können, bei der Einfachheit ihrer Gestalt, sehr leicht und mit großem Zeitgewinn durch eine Maschine bearbeitet werden. Mitten in einem Tische von 1,8 m Länge und 750 mm Breite befindet sich eine viereckige Oeffnung, welche reichlich so lang ist als die Schindeln (z. B. 450 mm). Dicht unter dem Tisch-

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XXXI. (1832), p. 11, 13.

[2]) Brevets, LXVI. 478.

[3]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1857, S. 68.

[4]) Berliner Gewerbeblatt, 14. Bd. (1845) S. 241. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1855, S. 74. — Polyt. Journ., Bd. 176, S. 187. — Technolog. Encyklopädie, XXIII. 69.

platte läuft auf horizontalen eisernen Gleisen ein gußeiserner Rahmen, welcher durch Wasserkraft mittelst eines einfachen Mechanismus schnell (nach der Länge des Tisches) hin und her geschoben wird. Dieser Rahmen enthält drei Hobel (A, B, C,) deren aufwärts gekehrte Sohlen durch die Oeffnung des Tisches zugänglich sind und eine solche Länge haben, daß ihre Enden niemals in der Oeffnung sichtbar werden. Der Hobel A hat ein 125 mm breites, übrigens wie gewöhnlich beschaffenes, doppeltes Schlichthobeleisen (S. 708); B ein schmales, mit zwei schrägen Schneiden zugespitztes Eisen; C ein ebenfalls schmales, ziemlich tief nach einem spitzen Winkel eingekerbtes Eisen, welches so gestaltet ist, daß in seine Kerbe die Spitze des Eisens von B passen würde. Das Holz wird auf der Sägemühle in 100 mm breite Breter geschnitten, die man alsdann mit einer Handsäge in 370 bis 450 mm lange Stücke zertheilt. Ein solches Stück nimmt der Arbeiter und drückt es mit beiden Händen auf den Hobel A nieder, zuerst mit der einen, dann mit der andern Fläche. So geebnet, hält er es mit der einen langen Kante auf das spitze Eisen des Hobels B, wodurch die zum Ineinanderstecken der Schindeln erforderliche Furche oder Nuth erzeugt wird; hierauf stellt er die zweite lange Kante in die Kerbe des Hobeleisens C, wodurch die Zuschärfung entsteht, welche in die Furche einer andern Schindel paßt; zuletzt werden die beiden schrägen Flächen dieser Zuschärfung dadurch völlig geglättet, daß man sie, eine nach der andern, ein paar Augenblicke auf das Eisen A niederhält.

5) Zur Anfertigung der Billardstöcke (Queues, queues de billard) ist eine Maschine mit geradem hin und her gehendem Hobel und konkavschneidigem Hobeleisen gebaut worden [1]).

6) Endlich sind hier zu erwähnen die Farbholz-Hobelmaschinen (*chipping mill*), zur Zerkleinerung der Farbhölzer in feine Späne [2]); vergl. auch S. 722.

XIII. Zieheisen.

Man wendet sie zur Verfertigung von Gesimsleisten, also statt der Kehlhobel, an, da sie mit mehr Leichtigkeit und Sicherheit als ein Handhobel diesen Leisten durchaus die nöthige Regelmäßigkeit geben. In der einfachsten Gestalt [3]) besteht ein solches Zieheisen aus einer 3 mm dicken gehärteten Stahlplatte von z. B. 250 mm Länge und 80 mm Breite, welche am Rande mit verschiedenen Einschnitten von der Form der Kehlungen versehen ist. Diese Einschnitte erweitern sich ein wenig nach der einen Fläche hin, bilden also auf der andern Fläche spitzwinklige (etwas schneidige) Ränder. Zum Gebrauch wird das Eisen unbeweglich und auf der langen Kante stehend so befestigt, daß die eingeschnittene Seite oben ist. Man legt ein gerades Eisenstück darüber und bringt eine Vorrichtung an, um letzteres durch Schrauben nach und nach tiefer herabzustellen. Das Ganze (Ziehstock genannt) stimmt demnach wesentlich mit dem Leckenzuge (S. 213) überein. Die durch Behobeln aus freier Hand schon ziemlich vorgebildeten Leisten werden von der engen Seite der Einschnitte in dieselben gesteckt, dann mit einer hölzernen oder eisernen Zange durchgezogen, wobei die scharfen Ränder der Einschnitte abschabend wirken und die Kehlung vollenden, wenn man das Durchziehen mehrmals in dem nämlichen Einschnitte wiederholt, dabei aber vor jedem neuen Durchgange die Oeffnung, durch Herabschrauben der eisernen Ueberlage, ein wenig verengert. Die Ziehmaschine (der zum Anziehen der Zange dienliche Mechanismus) hat mit einer Drahtziehbank Aehnlichkeit [4]), kann aber für kleine Werkstätten durch eine Vorrichtung ersetzt werden, wobei die Zange an zwei Handgriffen direkt vom Arbeiter bewegt wird [5]). In dem einen, wie in dem andern Falle ist das Ganze

1) Brevets 1844, XVI. 231.

2) Berliner Verhandlungen, I. 43. — Industriel, II. 26. — Bulletin d'Encouragement, XXXVIII. (1839) p. 367. — Armengaud, II. 227. — Mittheilungen 1859, S. 174.

3) Technolog. Encyklopädie, VII. 499.

4) Brevets, XIV. 187; XVI. 176; XXXIV. 171. — Industriel, IV. 13. — Polyt. Centr. 1857, S. 789.

5) Fink, die Schule des Bautischlers, Leipzig 1858, S. 59.

sehr nahe einer Hobelmaschine mit unbeweglichem Schneidzeug (S. 721) verwandt, und die Aehnlichkeit tritt noch mehr hervor, wenn man statt des steilrechten schabenden Zieheisens ein schräg (z. B. unter 45° geneigt) stehendes, daher schneidendes Kehlhobeleisen anwendet, unter welchem das Holz durchgeführt wird [1]). — Giebt man einer vorläufig schlicht ausgekehlten Leiste bei wiederholten Durchgängen unter demselben Schneideisen eine in Wellenlinien auf und niederhüpfende Bewegung, so modifizirt sich deren Gestalt durch Querfurchen von entsprechender Art, und es entstehen Verzierungen, welche der geschnitzten oder Bildhauer-Arbeit ähnlich sehen; dies sind die sogenannten Well-Leisten, Sprungleisten oder Rokoko-Leisten (moulures rococo, moulures guillochées), welche auf Möbeln vorkommen und mittelst einer eigenen Maschine [2]) verfertigt werden. Läßt man aber einen glatten Holzzylinder mit schraubender Bewegung (vereinigter Längenschiebung und Achsendrehung) unter dem Schneideisen durchgehen, so bilden sich schraubenartig gewundene Kannelirungen auf demselben (Kannelirmaschine, machine à canneler) [3]).

Auch um hölzerne Gesimsleisten mit dünnem Messingblech zu umkleiden, wendet man Zieheisen an; nur sind alsdann öfters die Kehlungen, statt in Form von Einschnitten, als ringsum geschlossene Löcher in der Stahlplatte angebracht, namentlich wenn die Aufgabe ist, Leisten auf allen Seiten mit Blech zu überziehen. Das Blech wird mit dem Hammer über die schon fertigen Leisten gerichtet, und schmiegt sich beim Durchgange durch das Zieheisen völlig denselben an.

Dünne runde Holzstäbchen, wie hölzerne Stricknadeln u. dgl., werden zuerst gefeilt und geschabt, schließlich durch ein Zieheisen mit scharfrandigen Löchern gezogen. Zieheisen mit runden beliebig ausgekerbten Löchern werden benutzt um Holzstäbchen (Pinselstiele, Bleistifte, Stahlfederhalter u. dergl.) mit Kannelirungen zu verzieren. Ertheilt man dem Zieheisen, während das Holz gerade durchgezogen wird, eine langsame drehende Bewegung, so entstehen die Kannelirungen in der Lage langgestreckter Schraubenlinien.

XIV. Bohrer [4]).

Von den Metallbohrern (S. 270) unterscheiden sich die gewöhnlich auf Holz angewendeten Bohrer in mehreren wesentlichen Beziehungen, wie nach der Weichheit und der faserigen Struktur des Holzes zu erwarten ist. Eine flache lanzenförmige Bohrspitze mit schneidig zugeschliffenen Kanten (von der zum Bohren in Metall gebräuchlichen Art) würde schon wegen der Gestalt und Stellung dieser Schneiden in Holz wenig wirken, auch leicht bei der Umdrehung stecken bleiben, oder das Holz zersprengen. Höchstens bei sehr harten Holzarten geht es daher an, kleine Löcher mit Metallbohrern, die durch den Drehbogen in Bewegung gesetzt werden (S. 272), zu bohren. Die eigentlichen Holzbohrer sind hauptsächlich von zweierlei Art. Entweder werden sie mit seitwärts stehenden Schneiden versehen, welche das Holz am Umkreise des Loches allmälig in dem Maße wegnehmen, wie das Werkzeug tiefer eindringt; — in diesem Falle haben sie eine mehr oder weniger runde Querschnitts-Gestalt, damit ihre Umdrehung im Loche ohne Gefahr des Einklemmens stattfinden kann —, oder es befindet sich am vorderen Ende des Bohrers eine schaufelartige, fast rechtwinklig gegen die Achse stehende Schneide, welche blos aus dem Grunde des Loches das Holz wegschneidet, — dann ist die Gestalt, welche der weiter hinten liegende Theil besitzt, ziemlich gleichgiltig, vorausgesetzt, daß er in dem Loche bequem Raum findet. Bei manchen Bohrern finden sich beiderlei Schneiden vereinigt, und es wirken

---

1) Brevets 1844, T. 8, p. 235.
2) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1845, S. 457. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 262. — Notizblatt des Gewerbevereins für das Königreich Hannover 1845, S. 49. — Deutsche Gewerbezeitung 1845, S. 463.
3) Brevets, T. 63, p. 48.
4) Technolog. Encyklopädie, II. 572; XXI. 603. — Werkzeugsammlung, S. 226. — Holtzapffel, II. 539. — Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, Bd. II (Leipzig 1844), S. 377.

hierbei die seitwärtsstehenden in der Weise vortheilhaft, daß sie das von den Endschneiden erzeugte Loch durch nachträgliche Wegnahme der etwa noch an dessen Wandung hängenden Fasern glätten. Wesentlich ist jedenfalls, daß der Bohrer in dem Loche genug freien Raum zur Ansammlung der Späne läßt, damit diese nicht eingeklemmt, zerrieben werden und dadurch die Bewegung erschwert, die Arbeit verzögert wird. Gute Bohrer müssen messerartig schneidend wirken und glatte, zusammenhängende, nicht zerbröckelte oder mehlartige Späne ablösen; dazu bedürfen sie weniger einer großen Härte (Federhärte des Stahles ist völlig hinreichend), als einer guten Schärfung und einer richtigen Stellung der Schneiden in Bezug auf die Umdrehungsachse. Ein Kennzeichen guter Wirkung ist es, daß der Bohrer, selbst bei rascher Arbeit, sich wenig erhitzt. Damit der Bohrer ohne abzuweichen der vorgeschriebenen Richtung folgt, wird in den meisten Fällen das äußerste Ende desselben mit einer in der Achse liegenden Spitze versehen, deren Vordringen die Richtung anweist. Zu großer Geschwindigkeit der Umdrehung sind die beim Bohren des Holzes gebräuchlichen Vorrichtungen (den Fall abgerechnet, wo man sich des Drehbogens, der Drehbank oder einer eigentlichen Bohrmaschine bedient) nicht geeignet; dagegen gestattet die Weichheit des Materiales sehr wohl die Ausübung eines ziemlich starken Druckes und mithin das Herausschneiden dicker Späne, wodurch an Schnelligkeit der Wirkung das wiedergewonnen wird, was vermöge der langsamen Umdrehung verloren geht. Jenen Druck fortwährend durch die Kraft der Hände auszuüben, würde meistentheils die Arbeit beschwerlich machen: man versieht deshalb viele Bohrer an ihrem Ende mit einem kleinen Schraubengewinde, welches sich bei der Umdrehung von selbst in das Holz einschraubt und den Bohrer nachzieht, ohne daß man einen Druck mit der Hand anzuwenden nöthig hat; oder man giebt wenigstens der am Ende des Bohrers sitzenden Schneide (wenn eine solche vorhanden ist) eine dergestalt schräge Stellung gegen die Umdrehungsachse, daß sie wie ein Theil eines Schraubenganges in das Holz eingreift und vermöge der hierdurch erzeugten ziehenden Wirkung einigermaßen den Druck der Hand unterstützt.

Die zum Bohren nöthige drehende Bewegung wird (abgesehen von Bohrmaschinen) entweder mit der Hand oder auf der Drehbank hervorgebracht. Im ersteren Falle ist es immer der Bohrer, der gedreht wird; im letzteren Falle bald dieser, bald das Arbeitstück. Das Bohren mit der Hand geschieht theils durch unmittelbares Anfassen des Bohrers, theils mit Hülfe eines kurbelartigen Bohrinstrumentes, in welches die Bohrer eingesetzt werden (W i n d e, B o h r w i n d e), theils durch Anwendung des Drehbogens. Der Betrachtung dieser verschiedenen Verfahrungsarten wird Einiges über seltener vorkommende und ganz eigenthümliche Arten zu bohren angehängt werden.

1) Bohren aus freier Hand.

Sowohl kleine als große Löcher (bis zu 80 mm und mehr im Durchmesser) werden auf diese Weise hervorgebracht. Man versieht den Bohrer an dem seinem schneidenden Theile entgegengesetzten Ende mit einem hölzernen Q u e r h e f t e (poignée, *handle*), dessen Länge nach der Größe des Werkzeuges von 40 mm bis zu etwa 600 oder 900 mm steigt.

Bei den größten Bohrern wird dieses Heft durch einen Ring (*eye*) geschoben, der sich am Ende der Stange des Bohrers befindet, und ist so vor dem Aufspalten gesichert; bei den übrigen wird das abgeplattete und spitz zulaufende Ende des Bohrers (dessen A n g e l, *shank*) durch ein Loch des Heftes gesteckt, dann außerhalb desselben (über einem untergelegten Messingscheibchen) umgenietet. Bei dieser zweiten Art ist dem Spalten des Heftes dadurch vorgebeugt, daß die größere Querdimension (die Breite) der Angel rechtwinklig gegen die Achse des Heftes steht, also den Lauf der Holzfasern in demselben durchkreuzt. — Man hat Bohrerhefte erfunden, welche mit dem Bohrer durch ein Gesperr (Rad und Sperrkegel) derartig verbunden werden, daß man die Hand stets fest am Hefte

liegen lassen kann, weil beim Rückwärtsdrehen das letztere allein sich bewegt, ohne d Bohrer mitzunehmen[1]).

Die kleinen Bohrer, welche man hauptsächlich gebraucht, um Löcher zum Ei schlagen von Nägeln vorzubohren (Nagelbohrer, vrille, *gimlet*, *gimblet*), sin in Bezug auf den schneidenden Theil von verschiedener Form:

a) Die steirischen Schneckenbohrer[2]), welche in großer Menge Steiermark verfertigt und im südlichen Deutschland allgemein angewendet werde dagegen in Norddeutschland wenig bekannt sind, verdienen unbedingt den Vorz vor allen anderen Arten. Die Stange derselben ist von dem Hefte an in dem größte Theile ihrer Länge rund, weiter hin aber abgeplattet, mehr in die Breite ausgedeh und so gewunden, daß jede der zwei Langkanten (welche zugleich scharfschneidig zugeric sind) in der Richtung eines rechten Schraubenganges von eigenthümlicher Beschaffe heit liegt. Von der runden Stange ausgehend ist nämlich der erste und größte The des Schraubenganges sehr in die Länge gezogen; dann aber vergrößert sich der Ne gungswinkel gegen die Achse ziemlich schnell, indem zugleich der Durchmesser der Wi dung abnimmt, und zuletzt vereinigen sich beide Kanten in eine, in der Achse liegend Spitze. Im Inneren der Windung bleibt ein bedeutender hohler Raum, und d beiden schneidigen Kanten sind so weit von einander entfernt, daß das Ganze, i einigem Abstande von der Spitze, einer windschiefen halbrunden Rinne gleicht. Set man den Bohrer mit der Spitze auf und dreht ihn mit einigem Drucke nur ein Mi um, so dringt der äußerste Anfang des Schraubenganges hinreichend in das Holz ei um den Bohrer nach sich zu ziehen und bei fortgesetzter Umdrehung alles ferne Drücken mit der Hand unnöthig zu machen. Vermöge des zunehmenden Durchmess der Windung erweitert sich das Loch allmälig; die eine Schneide, welche de Holze entgegen sich bewegt, greift ganz nach Art eines Messers an und nimmt stark zusammenhängende Späne ab, welche sich in dem hohlen Raume des Bohrers a sammeln. Beim Zurückdrehen kommt die zweite Schneide zur Wirkung und glätt das Loch. Hat man tief zu bohren, so muß der Bohrer öfters herausgezogen werde damit man die Späne aus demselben entfernen kann.

Diese Schneckenbohrer erfordern wenig Kraft zur Bewegung, arbeiten dabei schnel machen ein schönes Loch und sind gleich gut in Längenholz wie in Querholz zu g brauchen; ihr einziger Fehler ist, daß man nothwendiger Weise das Holz durch un durch bohren muß, um ein Loch von durchaus zylindrischer Gestalt (überall gleicher Weite zu bekommen.

b) In den Eisenwarenfabriken im Bergischen werden die eben beschriebene Bohrer nachgeahmt, jedoch unvollkommen. Der schneidende Theil wird nämlich nic platt ausgeschmiedet und dann zusammengerollt oder gewunden, sondern man mach ihn massiv, rund, und feilt nur, bis etwa auf die halbe Dicke, eine breite, ein M mit starker Steigung herumgehende, schraubenförmige Furche ein, an welche sich d die Spitze des Bohrers bildendes, konisches und scharfschneidiges Schraubengewind von der Art der Holzschrauben (S. 312) anschließt. Dieses letztere (welches doppe ist — weil jeder Rand der Furche für sich einen fortlaufenden hohen Gang bil und im Ganzen vier Gänge enthält) zieht auf die schon erwähnte Art den B das Holz; die Kanten der Furche sind aber nicht dünn und scharf genug, Inneres zu wenig Raum für die Späne darbietet. Daher schneiden diese nicht so leicht und rein, wie die vorigen, füllen sich auch eher mit Spänen, und deshalb öfter herausgezogen werden.

c) Die englischen oder sächsischen Schneckenbohrer, wel in Norddeutschland allgemein findet, sind von den beiden angeführten Art verschieden. Sie haben an dem schneidenden Theile die Gestalt einer gerad zylindrischen Rinne mit scharfen Rändern und laufen in ein doppeltes koni

---

[1]) Polyt. Centr. 1856, S. 1321; 1857, S. 1419. — Polyt. Journ., S. 404; Bd. 146, S. 244. — Mittheilungen 1857, S. 147; 1862,

[2]) Polyt. Journ., Bd. 24, S. 358.

Ganzen drei bis vier Schraubengänge enthaltendes Gewinde aus, welches genau so beschaffen ist, wie bei der Art b. Damit der Bohrer sich in dem Holze mit gehöriger Leichtigkeit bewegt, ist er zunächst an der kleinen Zugschraube am breitesten und verjüngt sich etwas nach dem Stiele oder der Stange hin, wodurch er ein wenig Spielraum in dem von ihm gemachten Loche erhält. Da die Breite des Bohrers an seinem Ende nur um sehr wenig größer ist, als der Durchmesser des ihm zunächst liegenden größten Schraubenganges, so ist es hauptsächlich die Zugschraube, welche durch ihr Eindringen das Loch bilden muß, worauf die gerade Schneide fast nur noch die Spuren der Schraubengänge zu vertilgen hat: daher sind die abfallenden und in der rinnenartigen Höhlung sich zusammenpressenden Späne beinahe mehlartig sein. Da ferner von der Spitze aus der Durchmesser des Bohrers sehr rasch zunimmt, so wird das Loch zu plötzlich erweitert und so ein bedeutender Druck auf dessen Umkreis erzeugt, welcher schmale Holzstücke leicht spaltet oder zersprengt. Man ist deshalb oft genöthigt, um ein etwas großes Loch zu bohren, zuerst einen kleinen und dann einen stärkeren Bohrer anzuwenden; wogegen bei dem Gebrauche der steirischen Bohrer (a) ein ziemlich großes Loch ohne solches Vorbohren erhalten werden kann.

d) Eine andere Art Schneckenbohrer ist in Gestalt einer stark steigenden Schraube mit vierfachem Gewinde ausgefeilt, wovon jedes Gewinde wenig mehr als einen Umgang macht. Die vertieften Gänge sind rund, breit und ziemlich seicht; die dazwischen liegenden hohen aber dünn und scharfkantig. An der Spitze ist wieder die konische Zugschraube mit doppeltem Gewinde, wie bei den Arten b und c. Ein Raum für die Späne ist außer den vertieften Gängen des vierfachen Gewindes nicht vorhanden, und da überdies letzteres mit seinen scharfen Kanten nicht eigentlich schneidet, sondern bloß Theile abkratzt, so arbeitet der Bohrer mit Mühe, zerreibt das Holz und liefert nur mehlige Späne.

e) Am unvollkommensten sind jene Bohrer, welche bloß aus einem zylindrischen, am Ende schlank zugespitzten und hier mit einem doppelten holzschraubenartigen (aber nicht sehr tiefen) Gewinde von etwa 12 mm Länge versehenen Schafte bestehen. Sie bohren schwer, zersprengen sehr leicht das Holz, machen ein sehr rauhes Loch und liefern fast keine Späne, weil sie größtentheils nur dadurch wirken, daß sie die Fasern zusammendrücken, statt sie abzuschneiden. Man gebraucht sie auch selten als eigentliche Bohrer; meistentheils vielmehr als Schrauben, z. B. um leichtes Lattenwerk schnell für einen vorübergehenden Gebrauch zusammenzufügen, geschnitzte hölzerne Verzierungen beim Vergolden daran wie an einem Handgriffe zu befestigen rc.

Unter den bisher beschriebenen Bohrern sind nur die steirischen (a) auch zur Hervorbringung großer Löcher geeignet (tarière en hélice), und es werden mit denselben selbst weite hölzerne Röhren eben so leicht wie schön gebohrt. Für diesen Zweck, sowie für den Bedarf der Zimmerleute rc. wendet man aber auch verschiedene andere Arten großer Bohrer (tarières, *augars*, *augurs*, *augers*) an, welche nach dem Wesentlichen ihrer Gestalt in zwei Hauptabtheilungen, nämlich Hohlbohrer und Schraubenbohrer zerfallen.

a) Hohlbohrer. Der wirksame Theil derselben hat die Gestalt einer im Querschnitte halbkreisförmigen Rinne, deren gerade Kanten schneidig sind. Die Hohlbohrer sind übrigens entweder durchaus gleich breit, oder nach dem dem Hefte entgegengesetzten Ende hin verjüngt (konische Hohlbohrer, *taper auger*). Beide Arten werden meistens am Ende mit einem schrägstehenden schaufelartigen, scharf geschliffenen Zahne versehen (Hohlbohrer mit Zahn, Löffelbohrer, tarière en cuiller, à cuiller, *shell auger*), welcher im Holze vorausgeht und im Grunde des Loches feine Späne heraushebt, während die langen geraden Schneiden an den Seiten des Bohrers den Umkreis des Loches glätten (S. 726), nämlich die eine beim Hineindrehen, die andere beim Zurückdrehen. Die schräge Stellung des Zahnes hilft zugleich den Bohrer in das Holz zu ziehen und unterstützt also den Druck der Hand (S. 725); da es aber dem Werkzeuge an einer Mittelpunkts-Spitze (S. 725) fehlt, so ist, besonders beim Anfangen eines Loches, Aufmerksamkeit nöthig, damit die gerade Richtung nicht verfehlt wird. Konische Hohlbohrer läßt man zuweilen ganz spitz zulaufen, und sie haben dann den eben erwähnten Mangel nicht; öfters wird

bei solchen stark verjüngten (selten bei zylindrischen)[1]) Bohrern an die Stelle der Spitze eine kleine kegelförmige Zugschraube gesetzt, wo dann, abgesehen von der konischen Gestalt, dem Wesen nach die vollkommenste Aehnlichkeit mit dem sächsischen Schneckenbohrer (S. 726) eintritt, welcher letztere überhaupt den Hohlbohrern sehr nahe verwandt ist.

Ein solcher konischer Hohlbohrer mit einer Schraube ist der Zapfenbohrer der Böttcher (bondonnière, tarière bondonnière, *tap borer*, *pap borer*) zur Verfertigung desjenigen Loches an einem Fasse, in welchem der Hahn oder Zapfen angebracht wird. Man gebraucht konische Hohlbohrer auch zum Erweitern von Löchern, welche mit einem andern Bohrer vorgebohrt sind; in diesem Falle ist natürlich weder eine Spitze, noch ein Zahn, noch eine Schraube am Ende des Werkzeuges nöthig, sondern dieses Ende, welches gar nie die Wirkung auszuüben hat, ist nur gerade abgeschnitten. Die größten Bohrer dieser Art kommen bei den Wagnern, zur Bearbeitung der Achslöcher in den Rädern vor; auch der Spundbohrer (bondonnière, *bung borer*) bei den Böttchern, dessen Name schon seine Bestimmung anzeigt, gehört hierher; ferner der Ausreiber (louche), ein sehr schlank konischer, 150 bis 300 mm langer Hohlbohrer, mit welchem die hölzernen Blasinstrumente (Flöten rc.), nachdem sie auf der Drehbank vorgebohrt sind, aus freier Hand nachgearbeitet werden. Auch ist ein Bohrer angegeben worden, bestehend aus einer konischen eisernen Röhre, welche ringsum bis auf einen ziemlich schmalen, der ganzen Länge nach hinlaufenden Spalt geschlossen ist, über welchem von außen her eine Stahlplatte so aufgeschraubt ist, daß ihre Ebene eine Tangente zum Kreise des Bohrers bildet. Der freistehende Rand dieser Platte ist scharf geschliffen und schneidet beim Umdrehen des Bohrers in einem Loche nach Art eines Hobeleisens[2]). Vorzügliche Wirkung kann dieser Einrichtung gewiß nicht abgesprochen werden; aber der Preis des Werkzeuges wird bedeutend höher sein, als der eines gewöhnlichen halbrunden Hohlbohrers.

b) Schraubenbohrer, gewundene oder gedrehte Bohrer (tarière à filet, tarière torse, *screw auger*, *twisted auger*)[3]). Diese in England und Nordamerika sehr gewöhnlichen, in Deutschland dagegen weniger verbreiteten Bohrer bestehen aus einer schraubenartig gewundenen stählernen Stange, welche an einem Ende in Schneiden ausläuft und mit einer kleinen konischen Zugschraube zu dem schon bekannten Zwecke versehen ist; am andern Ende hingegen mit einem angeschweißten eisernen Stiele zusammenhängt, woran sich das gewöhnliche hölzerne Querheft befindet. Nach der Art, wie die Stange gewunden ist, kann man die Schraubenbohrer in einfache (*single-lip screw-auger*) und doppelte (*double-lipped screw-auger*) unterscheiden. Erstere werden gebildet entweder, indem man auf einer zylindrischen Stange in der Schraubenlinie eine breite Furche bis auf die Achse hinein ausarbeitet oder indem man eine dünne prismatische Stange in der Schraubenrichtung um einen runden Dorn herumwickelt. In beiden Fällen entsteht ein einfaches Gewinde (ohne Kern), von welchem gewöhnlich 4 bis 6 Umgänge vorhanden sind und dessen äußerstes Ende, zunächst der Zugschraube, durch Zuschärfung mit zwei Schneiden versehen wird. Von diesen steht die eine parallel zur Achse und arbeitet am Umkreise des Loches, während die andere rechtwinklig gegen die Achse angebracht ist und das Holz auf dem Grunde des Loches heraushebt. Die doppelten Schraubenbohrer entstehen dadurch, daß eine flache vierkantige Schiene glühend um ihre eigene Achse gedreht wird, während sie an einem Ende befestigt ist. Die zwei schmalen Seiten derselben kommen hierbei in die Schraubenlinie zu liegen und bilden die hohen Gänge eines stark steigenden doppelten Gewindes, und da der Ausgang eines jeden Gewindes zwei Schneiden von der oben erwähnten Art erhält, so sind überhaupt vier Schneiden vorhanden, welche paarweise auf entgegengesetzten Seiten der Zugschraube stehen. — Die Schraubenbohrer überhaupt zeichnen sich dadurch aus, daß sie mit geringer

[1]) Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, II. 402.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 38, S. 322.
[3]) Jahrbücher, IV. 376; IX. 370. — Brevets, XXX. 67. — Brevets 1844, T. 30, p. 277; T. 41, p. 97. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 411; Bd. 139, S. 406. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 1, S. 102; 1839, Bd. 1, S. 193; 1851, S. 60. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1838, S. 641.

Kraftanwendung schnell, schön und richtig bohren (am besten jedoch in Querholz); sowie, daß die Späne von selbst durch den geräumigen vertieften Schraubengang in die Höhe steigen und aus dem Loche heraustreten, ohne daß es nöthig ist, während der Arbeit den Bohrer zurückzuziehen und zu reinigen. Man gebraucht sie für Löcher von 8mm bis 50mm im Durchmesser.

Verschiedene Modifikationen dieser Bohrer kommen, außer den schon erwähnten, mehr oder weniger oft vor. Der Schraubengang zum Austreten der Späne wird zuweilen dadurch gebildet, daß man ein vierkantiges Stäbchen nach der entsprechenden Schraubenlinie um eine dünne zylindrische Spindel herumlegt und mittelst Kupfer oder Messing festlöthet. Dagegen wird andere Male die gedachte Spindel innerhalb des Gewindes so eingesetzt, daß man sie herausnehmen und durch eine neue ersetzen kann, wenn etwa die an ihrem Ende ausgearbeitete Zugschraube abgebrochen sein sollte. Von großem Nutzen ist ein Vorschneidzahn, welcher, mit seiner schmalen und zugespitzten Schneide nach unten gekehrt, so angebracht wird, daß er für das zu bohrende Loch die Kreislinie ins Holz schneidet, innerhalb welcher die nachkommenden Bohrschneiden die Späne herausheben: die Lochwand fällt hierdurch besonders glatt aus. Das Nachschärfen der Bohrschneiden zu erleichtern und bei eintretender Beschädigung eine schnelle Erneuerung derselben thunlich zu machen, kann man — statt diese Schneiden direkt an dem Bohrerschafte auszuarbeiten — eine besondere Schneidplatte in den quer durchlochten Schaft einschieben (*american screw auger*) [1]).

Große gewundene Bohrer können durch Zahnräder mittelst Handkurbel bewegt werden, woraus eine einfache Art Bohrmaschine entsteht [2]). — Um beim Brückenbau eingerammte Pfähle unter Wasser horizontal durchzubohren, hat man ebenfalls eine Bohrmaschine mit gewundenem Bohrer konstruirt [3]).

Die fabrikative Herstellung der gewundenen Bohrer wird durch dazu erfundene Maschinen erleichtert [4]).

2) Bohren mit der Winde.

Die Winde, Bohrwinde, Bohrdraube, Faustleier, der Drehbohrer, Draufbohrer, Drauf (vilebrequin, fût de vilebrequin, *brace*) [5]) ist das nämliche Werkzeug, welches die Metallarbeiter unter dem Namen der Brustleier gebrauchen (S. 275); sie wird aber weit öfter von Holz als von Eisen gemacht und zum Bohren eben so gut in vertikaler Stellung als horizontal vor der Brust gebraucht, ja der Bohrer kann durch Vermittelung eines Universalgelenkes (Bohrerhalter, *brace bit holder*) eingesetzt werden und dann in einer von der Drehachse der Winde abweichenden Richtung arbeiten [6]). Die Bohrer (mèches, *bits*), welche man in die Winde einsetzt, sind von sehr verschiedener Art, aber nie für Löcher von sehr bedeutender Größe bestimmt, weil das Werkzeug keine besondere Kraftanwendung gestattet. Die steirischen und englischen Schneckenbohrer (S. 726, 727) gehören dazu; ferner mehrere Gattungen Hohlbohrer, die sogenannten Zentrumbohrer und die gewundenen Bohrer (mèche torse, S. 728), auch sogar die Spitzbohrer oder Ahlen (S. 693). Unter den Hohlbohrern sind diejenigen die schlechtesten, welche weder Spitze noch Zugschraube haben, sondern am Ende in eine bogenförmige Schneide

---

1) Polyt. Journ., Bd. 83, S. 361. — Gewerbeblatt für Sachsen 1843, S. 136.
2) Polyt. Journ., Bd. 139, S. 246. — Polyt. Centr. 1855, S. 1479. — Brevets 1844, T. 31, p. 53.
3) Polyt. Centr. 1847, S. 140.
4) Jahrbücher, IX. 371. — Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 22. — Jobard, Bulletin, IX. 108. — Polyt. Journ., Bd. 99, S. 99. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 498. — Brevets 1844, VII. 38.
5) Karmarsch, Mechanik, S. 213. — Technolog. Encyklopädie VIII. 594, 607. — Polyt. Journ., Bd. 114, S. 105; Bd. 156, S. 352. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 32 (1849), S. 57. — Brevets, LXXI. 256. — Polyt. Centr. 1850, S. 454.
6) Mittheilungen Lief. 64—65 (1852), S. 54. — Polyt. Centr. 1852, S. 1048.

auslaufen *(shell bit, gouge bit, quill bit)*, wodurch sie den Hohleisen (S. 689) vollkommen ähnlich werden. Diese wirken natürlich nicht durch Wegnehmen von Spänen, sondern schneiden bloß einen Kreis ein, innerhalb dessen das Holz theils von selbst wegbricht, theils nachher herausgestochen werden muß. Weit vorzüglicher wirken die Hohlbohrer mit einem Zahne (mèche-cuiller, *nose bit*, *slit-nose bit*, *auger bit*) (S. 727), welche aber gleich jenen den Mangel haben, daß sie nicht leicht genau auf einen bestimmten Mittelpunkt eingesetzt werden können, und auch nicht selten von der geraden Richtung abweichen. Um diese Fehler zu vermeiden, wendet man oft konische, in eine scharfe Spitze auslaufende Hohlbohrer *(taper bit)* an; sowie aus gleichem Grunde auch zylindrische Hohlbohrer mit einer Zuspitzung versehen werden *(chair bit)*. — Die englischen Zentrumbohrer (mèche anglaise, mèche à trois pointes, *center bit*) sind platt, im Mittelpunkte mit einer schlanken, drei- oder vierkantigen Spitze *(pin)* versehen, welche durch ihr Vordringen den Bohrer führt und ihm eine unveränderliche Drehungsachse giebt, weshalb das Loch sehr vollkommen rund wird; sie besitzen auf einer Seite neben dieser Zentrumspitze, um den Halbmesser des Loches davon entfernt, einen schneidigen Zahn *(nicker)*, der eine Kreislinie in dem Holze vorschneidet, — auf der andern Seite eine Schaufel *(cutter)*, welche innerhalb jenes Kreises das Holz in Spänen heraushebt. Indem durch den vorgeschnittenen Kreis jeder Zusammenhang des fortzuschaffenden Theiles mit der übrigen Holzmasse aufgehoben ist, wird alles Einreißen unmöglich und das Loch erhält mehr Glätte, als durch irgend eine andere Art von Bohrern (vergl. S. 725). Dieser Vortheil geht bei den sogenannten deutschen Zentrumbohrern verloren, welche keinen Vorschneidzahn, dagegen an jeder Seite der Mittelpunktsspitze eine Schaufel haben. Dagegen findet man an den größten englischen zwei Vorschneidzähne, welche durch Einschneiden zweier konzentrischer Kreislinien eine Theilung des Spanes bewirken[1]). Besonders zweckmäßig ist eine solche Gestalt der Schaufel, daß man diese beliebig oft nachschärfen kann[2]). Für den Fall, daß man ein Loch nicht ganz durch bohrt, gewähren die Zentrumbohrer die oft wesentliche Annehmlichkeit, daß der Grund oder Boden der Bohrung eben und glatt ausfällt, während fast alle anderen Bohrer ihn mehr oder weniger eingesenkt und unregelmäßig bilden.

Man hat Zentrumbohrer für Löcher von 6 bis 50 mm im Durchmesser, zuweilen noch größere. Sollen sie zur Erweiterung eines schon vorhandenen Loches oder zu zylindrischen Aussenkungen rund um ein Loch dienen, so giebt man ihnen statt der Zentrumspitze einen glatten zylindrischen Zapfen, *plug*, von entsprechender Dicke (*plug center-bit*).

Bei großen Zentrumbohrern setzt man mit Vortheil an die Stelle der Mittelpunkts-Spitze eine kurze konische Zugschraube, um den zum Nachdrücken sonst nöthigen Kraftaufwand zu ersparen. Man gebraucht sie alsdann zuweilen, mit einem Querhefte versehen, in freier Hand (ohne Winde). Ist ein solcher Bohrer (tarière anglaise) zur Erweiterung eines durch und durch gehenden Loches bestimmt, so macht man die Zugschraube zylindrisch und so lang, daß sie jenseits des Loches schon bei Anfang des Bohrens herausragt; auf dieses hervorstehende Ende wird eine Schraubenmutter geschraubt, welche während der Umdrehung des Bohrers fest liegen bleibt und somit letztern stetig ins Holz zieht[3]).

Einrichtungen, wodurch der Zentrumbohrer sich vergrößern oder verkleinern läßt, sodaß er zu Löchern von verschiedenen Durchmessern dienen kann (Universal-Zentrumbohrer, mèche à trois pointes universelle, *expanding center-bit*)[4]) sind angegeben worden, aber nicht in erheblichen Gebrauch gekommen. —

---

[1]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 55. — Polyt. Centr. 1852, S. 1049.
[2]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 57.
[3]) Jobard, Bulletin, XI. 212. — Polyt. Centr. 1848, S. 295. — Kronauer, Zeitschrift 1848, S. 99.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 97, S. 412; Bd 145, S. 167. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 194; 1858, S. 781; 1860, S. 1035; 1862, S. 722. — Deutsche Gewerbezeitung 1848, S. 372; 1858, S. 149. — Schweiz. Z. 1860, S. 87. — Berliner Gewerbeblatt, Bd. 28 (1848), S. 300. — Notizblatt des Gewerbevereins für das

Statt der Bohrwinde könnte oft das unter den Metallarbeiter-Werkzeugen als **Eckenbohrer** beschriebene Geräth (S. 275) mit Nutzen gebraucht werden[1]).

3) Bohren mit dem Drehbogen.

Nur wenige Fälle kommen vor, wo man kleine Holzbohrer (fast ausschließlich Zentrumbohrer) in eine mit einer Drehrolle versehene Bohrspindel steckt, welche durch den Drehbogen in schnelle abwechselnde Umdrehung versetzt wird. Die Klaviermacher und Formschneider bedienen sich hierzu eines Bohrinstrumentes von der (S. 273, unter cc) angegebenen oder einer andern[2]) Einrichtung.

4) Bohren auf der Drehbank.

Bei gedrechselten Arbeiten ist diese Art des Bohrens allgemein gebräuchlich, insofern ein einziges Loch, und zwar in der Achse des Gegenstandes, zu machen ist. Der Bohrer wird dann in der Richtung dieser Achse mit der Hand angehalten und nachgeschoben, während die Arbeit in Umdrehung begriffen ist. Oefters aber wendet man das umgekehrte Verfahren an, d. h. es wird der Bohrer an der Spindel eingespannt und durch dieselbe in Umlauf gesetzt, das Arbeitstück hingegen mit der Hand gehalten und nachgedrückt.

Eine dritte Kombination ist bei einer auf das Prinzip der Drehbank gegründeten **Bohrmaschine**[3]) angewendet, vor welcher das Arbeitstück unbeweglich eingespannt wird, während der Bohrer mit seiner Spindel sowohl die Drehung empfängt als auch im erforderlichen Maße nachgeschoben wird.

Zwei Arten von Bohrern sind es vorzüglich, welche zum Bohren des Holzes auf der Drehbank dienen, nämlich die schon beschriebenen Zentrumbohrer (S. 730) in Querholz, und die **Löffelbohrer** (mèche-cuiller) in Längenholz, d. h. nach der Richtung der Fasern, was bei Drechslerarbeiten am häufigsten vorkommt. Letztere sind eine Art Hohlbohrer, deren rinnenartig ausgehöhlter Körper am Ende mittelst einer löffelähnlichen Wölbung so geschlossen ist, daß die beiden geraden Längenschneiden durch eine halbelliptische *(duck-nose bit)* oder spitzbogenähnliche *(spoon-bit)* Schneide mit einander zusammenhängen. Man hat solche Bohrer von 2 bis 25^{mm} im Durchmesser; den großen muß aber mit einem kleinern Bohrer vorgebohrt werden. Die Länge der Löffelbohrer beträgt öfters 450^{mm} oder noch mehr, z. B. zum Bohren langer Tabakpfeifenröhre; da sie hierbei zugleich auch sehr dünn sind, so würden sie leicht sich biegen oder brechen, wenn sie von Anfang an in ihrer ganzen Länge ohne Unterstützung wären. Man gebraucht deshalb zum Halten des Bohrers ein hölzernes Heft von der Form eines Feilenheftes, welches aber in seiner Achse von Ende zu Ende ausgebohrt ist, den Bohrer ganz durch sich hindurch gehen läßt, und folglich auf demselben verschoben werden kann. Bis etwa auf seine halbe Länge ist dieses Heft durch einen Sägenschnitt gespalten; ein darüber aufgeschraubter Ring von Horn oder Messing klemmt es zusammen, und befestigt so den Bohrer darin, weil der mit dem Schraubengewinde versehene Theil etwas konisch ist. Schraubt man den Ring los, so läßt sich der Bohrer im Hefte verschieben. Der Zweck dieser Veranstaltung ist, den Bohrer zuerst wenig aus dem Hefte hervorragen zu lassen, ihn aber später mehr herauszuschieben, wenn er schon tief in das Holz eingedrungen ist, also im Loche

---

Königreich Hannover 1845, S. 52. — Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 55; 1860, S. 72; 1861, S. 314. — Technolog. Encyklopädie, XXI. 605. — Jobard, Bulletin, T. 38, p. 24.

[1]) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 57.

[2]) Mittheilungen, Lief. 27 (1841), S. 512. — Polyt. Centr. 1842, Bd. 1, S. 387. — Polyt. Journ., Bd. 84, S. 262.

[3]) Mittheilungen, Lief. 39 (1845), S. 267.

selbst gestützt und vor dem Biegen bewahrt wird. Die kurzen (nur 250 bis 300mm langen) Löffelbohrer versieht man mit einem fest auf ihrer Angel steckenden Hefte, welches jedoch so eingerichtet ist, daß es mittelst eines daran befindlichen Schraubengewindes in ein Futter an der Drehbankspindel eingeschraubt werden kann, wenn man den Bohrer auf diese Art gebrauchen will.

Einen von allen übrigen Holzbohrern wesentlich verschiedenen, zum Gebrauch auf der Drehbank sehr vortheilhaften Bohrer findet man an unten angezeigten Orten beschrieben [1]).

5) Einige besondere Arten zu bohren.

Um Löcher, welche nicht ganz durchgehen, dergestalt konisch zu bohren, daß sie nach der Tiefe zu sich erweitern, giebt es einen Bohrer, von dem aber nur eine unvollkommene Beschreibung und Abbildung vorliegt [2]).

Den gewundenen Bohrer (S. 728) hat man in Gemeinschaft mit einer ihn umschließenden vierseitigen, am Endrande schneidigen Hülse arbeiten lassen, welche letztere das rundgebohrte Loch sogleich zur viereckigen (quadratischen) Gestalt aussticht [3]).

Es ist ferner das Verfahren zu berühren, durch welches man ovale, eckige oder nach willkürlichen krummen Umrissen geschweifte Löcher bohren kann, wiewohl keine sehr erhebliche Anwendung davon zu machen ist, weil solche Löcher nicht eben häufig vorkommen und eben so gut durch Ausstechen mit Eisen (S. 687) hervorzubringen sind. Die Vorrichtung, welcher hier vorzugsweise vor anderen gedacht werden soll [4]), besteht aus einem Bohrer, der in die Winde (S. 729) eingesetzt wird, und aus einer Patrone. Ersterer ist ein Zentrumbohrer, mit welchem seitwärts ein elastischer stählerner Arm, so lang als der Bohrer selbst, verbunden ist. Das freistehende Ende des Armes ist eine Schneide, welche in das Holz eingreift, wenn der Zentrumbohrer darin arbeitet. Die Patrone ist eine Stahlplatte mit einem Loche von jener Größe und Gestalt, welche das zu bohrende Loch erhalten soll. Man befestigt sie mit ein Paar Schrauben auf der Oberfläche des Holzes, setzt den Bohrer innerhalb ihres Loches auf, und dreht ihn ziemlich langsam um. Der elastische Arm, welcher in seiner natürlichen Lage etwas von dem Zentrumbohrer entfernt steht, wird durch die Patrone näher nach dem Mittelpunkte der Umdrehung hingedrängt, und folgt dem Umrisse derselben, bald dem Zentrum sich nähernd, bald davon sich entfernend. Der Bohrer für sich allein macht ein rundes Loch; die Holztheile, welche außerhalb des letzteren bis an den vorgeschriebenen eckigen oder geschweiften Umriß liegen, werden von der Schneide des elastischen Armes herausgeschabt. Man kann auch zwei solche Arme einander gegenüber (auf entgegengesetzten Seiten des Bohrers) anbringen, wo dann der eine einen spitzen Zahn zum Vorschneiden des Umrisses, der andere eine schaufelartige Schneide zum Herausheben des Holzes erhält. Läßt man diesen zweiten Arm weg, und bringt nur den ersten an, sowie statt des Zentrumbohrers eine einfache Mittelpunktsspitze, so besteht die Wirkung darin, daß ein ganzes Plättchen von der Gestalt des Loches herausfällt, wenn man eine dünne Holztafel auf diese Weise durchbohrt. Kleine Bohrwerkzeuge dieser Art können, ohne die Winde, durch Rolle und Drehbogen in Bewegung gesetzt werden.

Auch runde Löcher werden öfters so gebohrt, daß man eine Scheibe von der entsprechenden Größe herausschneidet; nämlich wenn entweder das Loch einen sehr bedeutenden Durchmesser hat, oder von jenen Scheiben selbst Gebrauch gemacht werden muß. Das Bohrwerkzeug für solche Fälle [5]) kann in die Winde eingesetzt werden, und ungefähr die Gestalt eines mit drei Spitzen versehenen Stangenzirkels besitzen. Die mittlere Spitze wird in den Mittelpunkt des herzustellenden Loches (wo man schon ein kleines Loch vorgebohrt hat) gestellt. Die anderen beiden Spitzen sind scharfschneidige Zähne, welche — von jener gleich weit entfernt — im Kreise um dieselbe herumgehen und eine ringförmige Furche einreißen. Von ähnlicher, zwar einfacherer aber minder vollkommener Einrichtung

---

1) Mittheilungen, Lief. 14 (1837), S. 421. — Polyt. Journ., Bd. 67, S. 409. — Polyt. Centr. 1838, Bd. 1, S. 271.
2) Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 33.
3) Technolog. Encyklopädie, II. 585. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 71. — Schweiz. Z. 1859, S. 132. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 330.
4) Mittheilungen, Lief. 1 (1834), S. 23.
5) Polyt. Journ., Bd. 14, S. 25.

ist der Handdaubenbohrer der Böttcher zum Ausschneiden der Spundlöcher und anderer großer kreisrunder Oeffnungen.

Auf der Drehbank können runde Scheiben aus Bretchen geschnitten werden, indem man ein dünnes Sägeblatt ringförmig biegt und in eine schmale kreisrunde Nuth eines Futters einsetzt, welches mit der Drehbankspindel umläuft (Kronsäge, vergl. S. 662). Hält man eine Holztafel vor den Zahnkreis der Säge, so schneidet dieser schnell durch, wobei sich von selbst versteht, daß der Mittelpunkt jenes Kreises auch der Mittelpunkt der Umdrehung sein muß. Ein ganz ähnliches Werkzeug ist der Kronbohrer (*crown saw*) eine zylindrische (auch wohl konische), an einem Ende gezahnte Röhre von Stahlblech, die ebenfalls in einem Futter an der Drehbankspindel befestigt wird [1]), oder selbständig durch eine Riemenscheibe umgetrieben werden und in diesem Falle selbst zur Herstellung hölzerner Röhren (für Fernröhre u. dgl.) dienen kann [2]). — Die hölzernen Knopfformen (moules de boutons) werden auf der Drehbank mittelst eines Zentrumbohrers (*button tool*) ausgeschnitten, der zu beiden Seiten der Mittelpunktsspitze zwei scharfe Zähne, aber nicht die (S. 730) erwähnte schaufelartige, Schneide hat [3]).

XV. Bohrmaschinen.

Das Bohren mit Maschinen findet bei Holz in zwei Hauptfällen Statt, nämlich zur Hervorbringung kleiner oder mäßig großer, jedenfalls nicht sehr tiefer Löcher in Holzarbeiten der verschiedensten Art, und zur Verfertigung der Brunnen- und Wasserleitungsröhren (wiewohl diese meistentheils durch Handarbeit gebohrt werden). Andeutungen über Löcherbohrmaschinen sind S. 729, 731 gelegentlich gegeben worden. Vollkommenere Maschinen der Art werden wie zum Gebrauche auf Metall (S. 279) konstruirt, nur daß der Bohrer ein Hohl- oder ein Zentrumbohrer ist. Dabei steht die Bohrspindel senkrecht [4]), oder sie liegt horizontal [5]), oder man bringt in derselben Maschine beide Arten neben einander an [6]). Die Umfangsgeschwindigkeit der Holzbohrer beträgt gewöhnlich 200—500^{mm} pro Sekunde, kann jedoch bei Herstellung größerer Löcher und bei scharfschneidigen Zentrum- und Schraubenbohrern bis auf 5^{m} gesteigert werden.

An einer durch elementare Betriebskraft bewegten Wandbohrmaschine für Holz wurden folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt. Umdrehungszahl der Antriebwelle 250, der Bohrspindel 920 pro Minute; größte beobachtete Leistung pro Stunde $V = 0{,}091^{cbm}$ Fichtenholz zerspant beim Ausbohren eines Loches von 101^{mm} Weite, 46^{mm} Tiefe mittelst eines Zentrumbohrers, bei 0,20^{mm} Spandicke, 10,3 □^{mm} Spanquerschnitt und 4,73^{m} Umfangsgeschwindigkeit pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}265$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}86$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 175^{kg}; allgemein ergab sich der Arbeitsverbrauch dieser Holzbohrmaschine nach der Formel

$$N = 0{,}265 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken},$$

worin V das stündlich abgebohrte Holzquantum in Kubikmetern bedeutet und für Zentrumbohrer von d^{mm} Breite der spezifische Arbeitswerth

$$\text{für Fichtenholz } \varepsilon = 7{,}6 + \frac{1000}{d} \text{ Pferdestärken}$$

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 416. — Jobard, Bulletin, T. 43, p. 76. — Polyt. Journ., Bd. 164, S. 404. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 249.

[2]) Polyt. Centr. 1852, S. 988. — Brevets 1844, T. 24, p. 7.

[3]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 411.

[4]) Génie ind., T. 18, p. 59. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 69. — Polyt. Centr. 1862, S. 1069. Polyt. Journ., Bd. 174, S. 97. — Schweiz. Z. 1857, S. 10. — Atlas IV., Taf. 19. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 4, Bl. 5; 1872, Heft 6, Bl. 6.

[5]) Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 68. — Schweiz. Z. 1857, S. 11. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 4, Bl. 6.

[6]) Berliner Verhandlungen 1859, S. 172. — Wiebe, Skizzenb., Heft 7, Taf. 4. — Hütte 1858, Taf. 22.

$$\text{für Erlenholz } \varepsilon = 28{,}8 + \frac{2170}{d} \text{ Pferdestärken,}$$

$$\text{für Weißbuche } \varepsilon = 210 + \frac{2280}{d} \quad "$$

zu setzen ist; bei Anwendung von Schraubenbohrern (die eine schnelle und regelmäßige Abführung der Späne gestatten) multiplicire man die so gefundenen Werthe von ε mit 0,238. Bei Zuschiebung der Bohrspindel von Hand ergab sich der mittlere Spanquerschnitt bei

	Fichte	Erle	Weißbuche
zu	6,26	2,73	1,28 □mm.

Auch Langlochbohrmaschinen (S. 281) sind für Holz in Gebrauch [1]), sowohl vertikale als horizontale, um Schlitze und Zapfenlöcher zu verfertigen; der Bohrer hierbei ist halbrund und fast nach Art eines Hohleisens, S. 689, ausgehöhlt, jedoch auch an den langen geraden Seitenkanten schneidig. Zuerst bohrt derselbe ein rundes Loch durch das Holz; dann wird entweder letzteres, oder statt dessen die Bohrspindel mit ihrem Gestelle, langsam in der Richtung des zu erzeugenden Langloches fortgerückt. Die Enden des so entstandenen Loches sind halbkreisförmig gerundet; will man sich dies nicht gefallen lassen, so werden schließlich die Ecken auf der Stemm-Maschine (S. 690) ausgestochen; zuweilen versieht man die Bohrmaschine selbst mit der dazu dienlichen Vorrichtung.

An einer Langlochbohrmaschine für Holz wurde Folgendes beobachtet: Länge der größten zu bohrenden Langlöcher 285 mm, Tiefe derselben 210 mm; minutliche Tourenzahl der Vorgelegswelle $n_1 = 950$, der Bohrspindel $n_2 = 402$ bis 1540; größte beobachtete stündliche Leistung V = 0,035 cbm Fichtenholz zerspant bei Bohrung eines Rundloches von 100 mm Weite, 37 mm Tiefe und bei 0,037 mm Spandicke, 1,85 □mm Spanquerschnitt, 5,29 m Umfangsgeschwindigkeit pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang (einschließlich zweier Vorgelegswellen) $N_0 = 1{,}70$ Pferdestärken, im Arbeitsgang N = 3,74 Pferdestärken; Raumbedarf 1,87 . 0,71 = 1,23 □m, Gewicht der Maschine 700 kg; allgemein konnte der Arbeitsverbrauch dieser Langlochbohrmaschine nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \, . \, V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, worin V das stündlich zerspante Holzquantum in Kubikmeter bezeichnet und die Leergangsarbeit nach

$$N_0 = 0{,}40 + 0{,}00065 \, . \, n_2 \text{ Pferdestärken}$$

aus der minutlichen Tourenzahl der Bohrspindel sich ergiebt, endlich für Erlenholz beim Bohren von 25 mm breiten Langlöchern ε = 18 gesetzt werden kann.

Die besten Röhrenbohrer *(pump-bit)* sind die steierischen Schneckenbohrer (S. 726), welche man bis zu 8 Zoll (200 mm) Durchmesser anwendet [2]).

Man bohrt z. B. mit einem einzölligen Bohrer (25 mm) vor, läßt hierauf einen zweizölligen, einen dreizölligen, und erforderlichen Falls einen vierzölligen ꝛc. folgen. Davon rühren die Ausdrücke: 1-, 2-, 3-, 4-zöllige Röhren her. Eine andere sehr gebräuchliche Assortirung der Bohrer ist so angeordnet, daß die Querschnittsflächen der von ihnen der Reihe nach erzeugten Bohrungen in dem Verhältnisse wie 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : u. s. w. stehen; dabei pflegt man mit dem ersten Bohrer 50 mm weit zu bohren: die Röhren heißen dann, nach der Anzahl successiv angewendeter Bohrer, einbohrige, zweibohrige, dreibohrige ꝛc. Richtig ausgeführt hat

		Durchmesser, Millimeter		Querschnitt, □ Centimeter
die 1 bohrige Röhre	—	50	—	19,63
" 2 " "	—	70,7	—	39,27
" 3 " "	—	86,6	—	58,90
" 4 " "	—	100	—	78,54
" 5 " "	—	111,8	—	98,17
" 6 " "	—	122,5	—	117,81
" 7 " "	—	132,3	—	137,44
" 8 " "	—	141,4	—	157,08
" 9 " "	—	150	—	176,71

[1]) Brevets 1844, T. 35, p. 243. — Polyt. Journ., Bd. 145, S. 329; Bd. 174, S. 250. — Polyt. Centr. 1862, S. 1424. — Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 288. — Hütte 1867, Taf. 12.

[2]) Hülsse, Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, Bd. II. Leipzig 1844, S. 402.

Da die Spitze, in welche der gewöhnliche Schneckenbohrer ausläuft, bei der Erweiterung einer schon vorhandenen Bohrung nicht zur Wirkung gelangt, so bedient man sich als Nachbohrers öfters des sogenannten Schweinerüssels, welcher mit seiner gewundenen Schneide dem steierischen Bohrer ähnlich, aber am Ende stumpf abgeschnitten ist. Dieses Ende entspricht der Weite der zu vergrößernden Bohrung und trägt äußerlich, im halben Kreisumfange herumgehend, einen schraubenartig gestellten stumpfschneidigen Wulst, der in die Wand des vorhandenen Bohrloches sich eindrückt, sich darin fortschraubt und so den schneidenden dickeren Theil des Bohrers nachzieht [1]).

Die Röhren sind 3 bis 4,5^{m} lang, und werden deshalb gewöhnlich von beiden Enden aus nach der Mitte hin gebohrt. Das Holz (sehr gerade und gesunde, unabgerindete, Lärchen-, Föhren-, Fichten-, Erlen-Stämme) muß so dick sein, daß die Wandstärke der fertigen Röhren wenigstens dem Durchmesser der Bohrung gleich ist; es wird zweckmäßig in der Saftzeit gehauen und frisch gebohrt, weil es sich dann am leichtesten bohren läßt, und doch (wegen der Höhlung) schnell und gleichmäßig trocknet, ohne bedeutend zu reißen. — Bei der Röhren-Bohrmaschine *(boring machine, pipe boring machine)* kann der horizontal liegende Bohrer durch ein Wasserrad mittelst eines Vorgeleges umgedreht, der Stamm aber demselben durch eben den Mechanismus entgegengeführt werden, welcher bei dem Klotzwagen der Sägemühlen (S. 651) gebräuchlich ist. Die Nothwendigkeit, das Rohr oft zurückzuziehen, um den Bohrer von Spänen zu reinigen, ist der vortheilhaften Anwendung der Maschine sehr hinderlich.

Erwähnung verdient der Versuch, Röhren mittelst eines der Kronsäge (S. 662) ähnlichen aber langen — rohrförmigen — Bohrers in einer vertikalen Bohrmaschine derart zu verfertigen, daß in der Achse des Stammes ein massiver unzerkleinerter Zylinder herausgeschnitten wird [2]); vergl. S. 733.

XVI. Fräsmaschinen [3]).

Das Prinzip des Fräsens (S. 353) ist zur Bearbeitung des Holzes erst in neuester Zeit in ausgedehntem Maße ausgenutzt worden. Die Holzfräsmaschinen arbeiten mit Fräsen, deren Zähne oder Schneidkanten im Allgemeinen beträchtlich weiter aus einander stehen und demnach in geringerer Anzahl vorhanden sind, als jene der zur Metallarbeit dienlichen Fräsen, weil bei der Weichheit des Arbeitsmateriales größere Späne genommen werden können, welche entsprechenden freien Raum verlangen. Uebrigens bildet man die Fräse entweder aus einem Knopfe oder einer Scheibe von federhartem Stahl mit z. B. 5 bis 7 breiten Ausschnitten, zwischen welchen ebenso viele (mit der Feile vielmals nachzuschärfende) Flügel stehen bleiben; oder aus einem Zylinder, einer Scheibe, von Eisen mit 2 bis 6 eingesetzten und nach Bedürfniß auszuwechselnden Schneidmessern, deren schneidige Kante bald geradlinig, bald mannigfaltig gekrümmt oder geschweift ist: im zweiten Falle nähert sich die Fräsmaschine ihrem Wesen nach sehr der Lang-Hobelmaschine (S. 718) oder fällt sogar mit dieser zusammen, sodaß in einigen Fällen die Wahl der Benennung (ob Fräsmaschine, ob Hobelmaschine) der Willkür überlassen bleibt, wiewohl bei der Fräs-

---

1) Hülsse, Maschinen-Encyklopädie, II. 403.

2) Génie ind., T. 12, p. 57. — Jobard, Bulletin, T. 30, p. 302. — Schweiz. Z. 1856, S. 162.

3) Königlich englisch und dänisch patentirte Holz-Fräse-Maschine. Von Schmid. Berlin 1852. — Brevets, T. 23, p. 207. — Brevets 1844, T. 2, p. 145. Génie ind., T. 17, p. 240. — Jobard, Bulletin, T. 36, p. 9. — Kronauer, Maschinen, III. Taf. 27. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 332; Bd. 174, S. 98. — Deutsche Gewerbezeitung 1860, S. 251; 1865, S. 107. — Atlas IV., Taf. 18. — Schweiz. Z. 1859, S. 133. — Wiebe, Skizzenb. 1870, Heft 2, Bl. 6; Heft 3, Bl. 3 u. 4.

maschine zumeist ein Schneidkopf von geringen Dimensionen (etwa 30 bis 100 mm Durchmesser) also auch eine geringe Länge der Schneiden, vorausgesetzt wird.

Die (1000 oder mehr Umdrehungen in der Minute machende) Fräsenwelle steht meistens senkrecht, liegt aber auch öfters horizontal, und die Fräse ist der Regel nach am äußersten (bei stehender Welle am obern) Ende der Welle angebracht. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt 15—20 m pro Sekunde. Ihre Hauptbenutzung finden die Fräsmaschinen zur Bildung von Hohlkehlen, Stäbchen und zusammengesetzten gesimsartigen Kehlungen längs krummer (geschweifter) Arbeitstücke, wozu sie durch keine andere Maschine ersetzt werden können; vor ihrer Einführung war man genöthigt, die genannten Verzierungen mittelst Eisen (S. 687) von freier Hand auszustechen oder mit kleinen Hobeln (vergl. 716) auszuarbeiten. In solchen Fällen wird das nach gehöriger Krümmung zugeschnittene Holz mit den Händen an die (dem gewünschten Profile angemessen geformte) Fräse gedrückt und nach Bedürfniß sowohl fortgeschoben als gewendet; ist die Welle stehend angeordnet, so ragt nur deren oberster Theil mit der Fräse aus einem Arbeitstische hervor, auf welchem das Holz liegt, um seitwärts an der Fräse vorbeizugehen; bei liegender Welle handhabt man das Arbeitstück unter der Fräse und giebt ihm dann häufig eine leicht drehbare Friktionswalze zur Unterlage. Da bei einer geschweiften Leiste die Fasern unter den verschiedensten Winkeln an der Oberfläche auslaufen, so ist es (um das Einreißen der Fräse ins Holz zu verhüten) üblich, diese Maschine mit einem Wendegetriebe zu versehen, welches die Drehungsrichtung der Fräse umzukehren gestattet oder besser, in demselben Gestell zwei Fräsköpfe anzuordnen, von denen der eine innen nach links, der andere innen nach rechts umläuft. Eine umfassende Anwendung der Fräsen ist bei einer Maschine zur Ausarbeitung der Gewehrschäfte gemacht worden [1]).

An einer kleinen Holzfräsmaschine mit vertikaler Spindel sammelte der Herausgeber folgende Daten: Durchmesser des Fräskopfes 94 mm, Höhe desselben 31 mm, Zahl der Schneiden 6 (drei für Rechtsdrehung, drei für Linksdrehung); minutliche Umdrehungszahl des Fräskopfes 2061, Schnittgeschwindigkeit 10,1 m pro Sekunde, Zuschiebung (von Hand) 4 bis 34 mm pro Sekunde; größte beobachtete Leistung pro Stunde V = 0,014 cbm Erlenholz in feine Späne verwandelt bei 21,3 mm Zuschiebung pro Sekunde; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}32$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 2{,}03$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}78 \cdot 0{,}89 = 1{,}58$ □m, Gewicht derselben 300 kg; der Arbeitswerth für 1 cbm stündlich zerspantes Erlenholz ergab sich durchschnittlich zu $\varepsilon = 66{,}7$ Pferdestärken, welcher Werth höher ist, als für alle anderen mit rotirendem Werkzeug arbeitenden Holzbearbeitungsmaschinen, — eine Folge des zu großen Schneidwinkels (90°) und des zu kleinen Anstellungswinkels (0°) der Schneiden und der hierdurch bedingten rein schabenden Wirkung derselben.

Zur Bildung von Nuthen und schmalen Einschnitten ist die Fräse eine kreisrunde Scheibe mit sägenartig grob gezahntem Rande, welche sich von einer wirklichen Kreissäge nur durch die größere, der Breite der auszuarbeitenden Vertiefung gleich kommende, Dicke unterscheidet.

Holzfräsen können, ohne eigene Maschine, zuweilen in der Drehbank gebraucht werden, an deren Spindel man sie befestigt; so z. B. zum Abdrehen runder Zapfen am Hirnende von Holzstücken, wozu die Fräse ein hohler Zylinder mit zwei in der ringförmigen Endfläche eingesetzten hohleisenartigen Messern ist [2]).

XVII. Drehbank (tour, *lathe*) [3]).

Eine Beschreibung der Drehbank wird hier aus dem Grunde unterbleiben können, weil die für Holzarbeiten gebräuchlichen Drehbänke mit der einfachen Drehbank der Metalldrechsler übereinstimmen, über welche das Nöthige S. 289 fg. vorgekommen ist. In der That wird auch in den meisten Werkstätten eine und dieselbe Drehbank für

[1]) Brevets, T. 82, p. 299.

[2]) Mittheilungen 1860, S. 250. — Polyt. Centr. 1861, S. 439. — Schweiz. Z. 1861, S. 7.

[3]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IV. Artikel: Drechslerkunst. — Jahrbücher, IV. 241. — Geißler's Drechsler. — F. Campin, Das Drechseln in Holz 2c. A. d. Engl. von St. Appenzeller. Weimar 1862. (253. Bd. des Neuen Schaupl.).

Metall und Holz nach Bedarf angewendet, sofern beiderlei Material wechselweise zur Verarbeitung kommt. Doch ist zu bemerken, daß die hauptsächlich für Holzarbeit berechneten Drehbänke nie jene außerordentlich sorgsame Ausführung erfordern, wie die zu feinen Metallarbeiten bestimmten, und deshalb auch nur zu geringerer Arbeit in Metall gut genug sind. Die äußerste Genauigkeit ist nämlich beim Drechseln hölzerner Gegenstände nicht nur überflüssig, weil man Bestandtheile, die deren bedürfen, nie aus Holz macht, sondern sie wäre sogar unnütz, weil das Holz, seiner natürlichen Eigenschaften wegen, eine ihm etwa augenblicklich gegebene genaue Rundung doch nicht auf die Dauer behält (vergl. S. 622). Nach dem Gesagten wird begreiflich sein, warum die Drehbänke der Holzdrechsler mehr mit Rücksicht auf Einfachheit und Wohlfeilheit als mit Bedachtnahme auf große Solidität gebaut sind (z. B. nur selten eiserne Gestelle haben). Die Leichtigkeit, mit welcher das Holz gedrechselt werden kann, ist Ursache, daß die Bewegung fast immer durch Treten, und selten durch ein mit der Hand gedrehtes Schwungrad hervorgebracht wird. Doch wendet man vom Wasser getriebene Drehbänke, in Gebirgsgegenden, bei der fabrikativen Verfertigung hölzerner Drechslerwaren an.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das hölzerne Arbeitstück sich dreht, unterliegt keinen solchen Beschränkungen, wie beim Metalldrehen durch die Härte des Materiales gesetzt sind (S. 300). Man findet zwar die Angabe, daß 200 bis 250 mm pr. Sekunde die zweckmäßigste Umfangsgeschwindigkeit beim Holzdrechseln sei; allein als Regel kann man annehmen, daß der Arbeiter — besonders bei ordinären Gegenständen und beim Vordrehen aus dem Groben — die Bewegung so sehr beschleunigen wird und muß, als seine Körperkraft auf die Dauer gestattet, wonach selten die Umfangsgeschwindigkeit unter 500 bis 750 mm pro Sekunde bleiben dürfte. Ja wenn man weiß, daß am Wasser liegende Drehbänke gar oft 2000 Spindelumläufe in 1 Minute machen, so findet sich in diesem Falle für ein z. B. 500 mm im Durchmesser haltendes Arbeitstück die Umfangsgeschwindigkeit = 5,23 m.

Hin und wieder findet man noch einzelne Drehbänke nach älterer Art, die statt des Schwungrades mit einer Wippe versehen sind, und worauf die Arbeit in abwechselnde Drehung gesetzt wird, wie auf dem Drehstuhle (S. 306). In ihrer einfachsten Gestalt hat diese Drehbank (tour à perche, *pole lathe*) keine Spindel, sondern auf den Wangen zwei Docken, von welchen die eine unbeweglich, die andere nach Bedürfniß verstellbar ist. Jede Docke trägt eine Spitze, und beide Spitzen haben zwischen sich das Arbeitstück (z. B. einen hölzernen Zylinder), dessen Drehungsachse hierdurch bestimmt ist. Ueber der Drehbank, nahe unter der Zimmerdecke, ist eine horizontale, 1,8 bis 2,4 m lange, biegsame und elastische hölzerne Stange (die Wippe, perche, *pole*) angebracht, welche an dem einen Ende etwa armdick ist, von da aus aber verjüngt zugeht. Das dicke Ende ist festgemacht; von dem dünnen geht eine Schnur herab, die einige Mal um das Arbeitstück gewickelt, und zuletzt mit dem Fußtritte verbunden wird. Zieht der Drechsler den Tritt nieder, so dreht sich durch die Reibung der Schnur das Arbeitstück um, welchem zugleich der Drehstahl entgegengehalten wird; die Wippe giebt hierbei nach und biegt sich. Wird der Tritt wieder losgelassen, so hebt er sich, weil die Wippe durch ihre Elastizität nun die Schnur wieder hinaufzieht; die Folge davon ist eine entgegengesetzte Umdrehung der Arbeit, bei welcher der Drehstahl ein wenig von derselben zurückgezogen werden muß. Statt der Wippe wird zuweilen der Palesterbogen (arc) angewendet, eine bogenförmige, 1,5 m lange, in der Mitte befestigte hölzerne Stange, an welcher von Ende zu Ende eine dicke Darmsaite aufgespannt ist. Die nach dem Tritte hinabgehende Schnur ist mitten an der Saite festgeknüpft, und die Wirkung dieses Apparates gleicht vollkommen jener der Wippe. Den Dienst der Wippe oder des Palesterbogens kann man endlich auch durch eine sogenannte Luftfeder (ressort atmosphérique) [1]) versehen lassen. Hierunter wird ein messingener oder eiserner, etwa 450 mm langer und 25 bis 35 mm weiter, am oberen Ende verschlossener Hohlzylinder verstanden, in welchem ein luftdicht schließender belederter Kolben steckt. Der natürliche Platz des Kolbens ist dicht an dem geschlossenen Zylinder-Ende, und die Kolbenstange ragt dann aus dem offenen Ende noch ein wenig heraus. Wird nun an der Kolbenstange die Schnur befestigt, welche nach dem Tritte hinabläuft, so geht beim Niederziehen des letzteren der Kolben in dem Zylinder gegen das offene Ende hin, schnellt aber beim Aufhören der ziehenden Kraft (vermöge des Luftdruckes) wieder zurück. — Zum

[1]) Armengaud, IV. 89.

Drechseln solcher Gegenstände, welche durch ihre Gestalt zum Einspannen zwischen Spitzen nicht geeignet sind und das Herumschlingen der Schnur nicht gestatten, giebt man der Drehbank eine in zwei Docken gelagerte Spindel mit einer Rolle, auf welche letztere die Schnur zu liegen kommt.

Das Einspannen der Arbeitstücke an der Drehbank-Spindel geschieht mittelst verschiedener Futter (S. 295). Für Gegenstände, welche durch gewaltsames Eintreiben in ein Futter beschädigt werden könnten, gebraucht man Klemmfutter (mandrin brisé, *elastic chuck*), welche, nach dem Hineinschieben des Stückes, durch einen Ring, eine Schraube ꝛc. zusammengepreßt werden. Ist das in einem Futter an der Spindel befestigte Arbeitstück zu lang, um auch an den vom Futter entferntern Theilen unter dem Drucke des Drehstahles sich nicht zu biegen, so setzt man vor das andere Ende die Spitze des Reitnagels. Sofern auf diese Weise der Reitstock zu Hülfe genommen wird, kann aber gewöhnlich das Futter ganz erspart werden, indem man statt dessen den Dreizack (Zwirl) anwendet. Unter diesem Namen ist ein auf der Spindel angeschraubter Kopf zu verstehen, welcher eine scharfe stählerne Mittelpunktsspitze und daneben zwei breitere schneidige Stahlzacken enthält: diese drei Theile werden in die Endfläche des Arbeitstückes eingestochen und leisten zusammen denselben Dienst wie beim Metalldrehen zwischen Spitzen die Spindelspitze nebst dem Führer (S. 294).

Die Dreheisen, Drehstähle *(turning tools)*[1]) zum Gebrauch auf Holz sind natürlich von den für Metall bestimmten wesentlich verschieden, und zwar sowohl durch größere Breite (weil man von Holz ohne Schwierigkeit breite Späne nehmen kann), als durch die weit größere Schärfe der Schneiden, welche meist mit Winkeln von 20 bis 30 Grad angeschliffen werden. Die allgemeinste Anwendung finden die Röhre, der Hohlmeißel, Schrotmeißel (gouge, *gouge*, *turning gouge*) und der Meißel, Drehmeißel, Schlichtmeißel (ciseau, ciseau à planer, plane, *chisel*, *turning chisel*). Die Röhre ist tief rinnenartig ausgehöhlt (sodaß ihr Querschnitt die Gestalt eines Halbkreises darbietet), und somit dem Hohleisen (S. 689) ähnlich; jedoch ist zugleich die Linie der Schneide auch dergestalt gekrümmt, daß deren mittlerer Punkt bedeutend weiter hervortritt als die Endpunkte. Dadurch schneidet das Werkzeug mit seiner halb-elliptischen scharfen Kante mehr oder weniger tiefe runde Furchen aus und ist geeignet, stark einzudringen, weshalb man mit der Röhre das Drehen aus dem Groben verrichtet, wobei es mehr auf Schnelligkeit als auf die Erzeugung einer glatten Oberfläche ankommt. Die Breite der Röhren beträgt von 6^{mm} bis zu 36^{mm}; die englischen sind von der äußeren (konvexen) Seite zugeschärft, die deutschen von innen: diese letztere Art scheint, wenn nur überhaupt der Drechsler damit vertraut ist, eine bessere Wirkung zu geben. Der Meißel dient zum Reindrehen, also zur Vollendung der Arbeiten, welche davon eine sehr große Glätte erhalten, wenn die Textur des Holzes günstig ist. Er gleicht dem Balleisen der Tischler (S. 689), insofern er wie dieses flach ist, eine geradlinige (oder nur äußerst schwach bogenförmige), gegen die Achse des Werkzeuges schräg stehende, von beiden Flächen aus sehr schlank und fein (ohne sichtbare Facetten) zugeschärfte Schneide hat. Seine Breite ist 6 bis 50^{mm}.

Bei den englischen Meißeln beträgt die Neigung der Schneide gegen die Achse 80 bis 85 Grad, bei den deutschen etwa 70 Grad; letztere besitzen aber noch das Eigenthümliche, daß sie dünner und leichter sind und sich unmittelbar hinter der Schneide schmäler zusammenziehen, während die englischen in dem größten Theile ihrer Länge einerlei Breite haben. Jene eben erwähnte Gestalt der deutschen Meißel macht, daß die Ecken an den Enden der Schneide mehr spitzwinklig sind, was zum Arbeiten oft sehr bequem ist. Beim Drehen wird der Meißel nach Erforderniß in verschiedenen Lagen gehalten, immer aber so geführt (fortgerückt), daß die stumpfere Ecke der Schneide vorausgeht. Um schmale und tiefe Einschnitte (Stiche) in die Arbeit zu machen, legt man den Meißel so gegen dieselbe, daß die Schneide in eine senkrechte Ebene fällt und die spitze Ecke unten sich befindet.

[1]) Holtzapffel, II. 508.

Als nützlich sind empfohlen, regelmäßig aber nicht in Gebrauch: statt der Röhre eine stählernes, am ganzen Umkreise des einen Endes schneidig geschliffenes Rohr; statt des Meißels eine kreisrunde flache Scheibe mit ringsum schneidigem Rande[1]).

Der geübte Drechsler weiß mit Röhre und Meißel, besonders mit letzterem viel mannigfaltigere Formen auszuarbeiten, als man nach der einfachen Gestalt dieser Werkzeuge für möglich halten sollte, und wendet nur in jenen Fällen, wo dieselben durchaus nicht genügen, andere Drehwerkzeuge an. Hierzu gehören: der Ausdrehstahl (ciseau de côté, *side-tool*, *inside tool*, S. 298), mit seitwärts stehender Schneide, zum Ausdrehen von Höhlungen, welche aber immer durch Bohren angefangen sein müssen; — der Spitzstahl (S. 297) um spitzwinklige Furchen einzuschneiden; — der Schlichtstahl, mit geradliniger Schneide wie der Meißel, aber von diesem dadurch verschieden, daß er höchstens 25mm breit ist, daß ferner seine Schneide rechtwinklig gegen die Achse steht und nur von einer (der untern) Seite her zugeschärft ist, vorzüglich zum Reindrehen sehr harter Hölzer; — der Stichstahl *(parting tool)*, dem vorigen ähnlich, aber an der Schneide sehr schmal, zum Eindrehen rechtwinkliger Furchen; — Hakenstähle und Mondstähle (S. 298), zur Erweiterung von Höhlungen, deren Seitenwände nicht gerade sind; — das Baucheisen, der Ausdrehhaken, der Einschneider und der Zweischneider, sämmtlich hakenartig gekrümmte (daher: *hook-tools*), dünne und messerartig scharf geschliffene Drehwerkzeuge zur Bearbeitung großer ebener Flächen, weiter schalenartiger Vertiefungen oder der Bodenfläche von Höhlungen. Angeführt zu werden verdient noch, daß man sich zuweilen, um Holzarbeiten durch Abschaben sehr zarter Späne vollends recht glatt zu drehen, eines scharfkantigen Bruchstückes von Fensterglas bedient. — Rändelrädchen (S. 304) werden auf Holz wie auf Metall gebraucht. — Von dem Support (S. 296) und der Leitspindel macht man beim Holzdrehen gegenwärtig immer häufiger Anwendung besonders beim Abdrehen großer flacher Scheiben, langer Zylinder[2]), und genauer geometrischer Körper; die hierbei dienlichen Drehstähle haben einen kleineren Zuschärfungswinkel und in der Regel eine längere (meist bogenförmige) Schneide, als diejenigen für Metall.

An einer Supportdrehbank für Holz führte der Herausgeber die folgenden Beobachtungen aus: Durchmesser der Planscheibe 800 mm; des größten Arbeitstückes Durchmesser 2,50 m; minutliche Tourenzahl der Planscheibe 44 bis 480; größte beobachtete stündliche Leistung V = 0,044 cbm Fichtenholz abgedreht bei 12,3 m Schnittgeschwindigkeit pro Sekunde, 0,62 mm Schnittbreite, 2,63 mm Schnitthöhe, 995 mm Durchmesser; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}64$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}94$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine 4,67 . 2,14 = 10,0 □m; allgemein ist der Arbeitsverbrauch dieser Drehbank bei Bearbeitung von Fichtenholz nach der Formel

$$N = 0{,}05 + 0{,}0023 \,.\, u_2 + 10{,}6 \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin u_2 die minutliche Umdrehungszahl der Spindel, V das in der Stunde zerspante Holzquantum in Kubikmetern bezeichnet.

Einige eigenthümliche Methoden und Hülfsmittel der Holzdreherei verdienen Erwähnung:

1) Zur Darstellung hölzerner Ringe (für Vorhänge u. dgl.) wird an eine in der Drehbank umlaufende Holzscheibe, außerhalb des Mittelpunktes, zuerst von der einen Fläche ein Schneidwerkzeug angehalten, welches zwischen zwei scharfspitzigen Zähnen eine Schneide von der durch das Profil des Ringes vorgeschriebenen Gestalt enthält; dann von der andern Fläche ein ähnliches Werkzeug zur Wirkung gebracht. Diese beiden Instrumente bilden ein gabelförmiges Ganzes, in dessen Ausschnitt die Holzscheibe eintreten kann, und welches sich um einen Stift auf der Auflage dreht, sodaß eine einfache Wendung genügt, um entweder die eine oder die andere Schneide zum Angriff zu bringen, und beide sicher einander gegenüber arbeiten[3]).

2) Dreht man aus Scheiben eines leicht spaltenden Holzes (Fichte, Tanne 2c.) konzentrisch zu den Jahren ringförmige Körper von beliebiger Querschnittsgestalt (Reifen),

---

[1]) Jobard, Bulletin, T. 33, p. 207.
[2]) Brevets 1844, T. 30, p. 271.
[3]) Hütte 1866, Taf. 10.

so können diese nachher in radialen Richtungen zu einer Menge übereinstimmend geformter Stücke zerspalten werden; dieses Verfahren ist üblich zur Verfertigung kleiner Thierfiguren (Kinderspielzeug), welche nach dem Herausspalten aus den Ringen durch Schnitzen vollendet werden.

3) Verschiedene Apparate als Zugabe zur Drehbank sind angegeben worden, um lange und dünne zylindrische Stangen, eigenthümlich gestaltete Scheiben (Kugelspiegel für Kanonen), 2c. zu drehen [1]).

4) Bei einer Drehbank zu Geländerstäben u. dgl, welche der Länge nach geschweift, also in verschiedenen Stellen ungleich dick sind, befindet sich das Dreheisen an einem Hebel, der bei seinem Fortschreiten längs des Arbeitstückes auf einem zweckmäßig ausgeschweiften Lineale gleitet und durch dasselbe veranlaßt wird, sich nach Vorschrift dieser Lehre zu heben und zu senken [2]). Es giebt zu gleichem Zwecke eine vollkommenere selbstthätige Einrichtung nach demselben Prinzipe, wobei die Bewegung eines mit dem Dreheisen ausgestatteten Schlittens (Supportes) durch die Lehre geregelt wird [3]). Bei einer anderen (in Nordamerika üblichen) Construction befindet sich ein einziger façonnirter Stahl von solcher Länge an einem vertikal verschiebbaren Schlitten, daß eine bloße geradlinige Verschiebung desselben normal zur Drehungsachse des Arbeitstückes genügt, dasselbe von einem Ende zum anderen fertig zu drehen [4]).

5) Zum fabrikmäßigen Drechseln hölzerner Spulen hat man eine eigene Maschine, bei welcher mehrere Stähle gleichzeitig oder kurz nach einander auf das Arbeitstück einwirken [5]).

6) Eine völlig selbstthätig wirkende, durch Elementarkraft zu betreibende Maschine zum Drehen kleiner hölzerner Büchsen (für Zündhölzer) hat Mannhardt in München erfunden und gebaut. An der Spindel derselben ist das Schneidwerkzeug angebracht, welches enthält: a) einen breiten Zentrumbohrer zum Ausbohren der Höhlung; b) eine schräg stehende Schneide, ähnlich dem Meißel der Holzdrechsler, um das Aeußere der Büchse abzudrehen; c) eine kleinere Schneide zum Andrehen des Halses. Die feste Vereinigung dieser drei Schneidinstrumente dreht sich schnell und schiebt sich zugleich vor, bis die Büchse tief oder lang genug ist. Ihr gegenüber ist ein langer roh rundgehobelter Holzstock unbeweglich eingespannt. Wenn das Ende desselben wie erwähnt zur Büchse gebildet ist, rückt eine Kreissäge heran und macht den Schnitt, durch welchen das fertige Stück vom Reste des Holzes getrennt wird. Letzterer schiebt sich sogleich um eine Büchsenlänge gegen das Schneidwerkzeug hervor, und das Spiel beginnt von Neuem. Auf ganz ähnliche Weise werden die Deckel verfertigt. Zum Drehen einer 55 mm langen Büchse sind 18, zu einem Deckel höchstens 9 Sekunden erforderlich; rechnet man 3 Sekunden hinzu, um den Zeitverlust beim Einspannen neuer Holzstücke zu berücksichtigen, so hat man als Leistung 2 Büchsen nebst Deckel in 1 Min. oder 120 in einer St. — Man hat zum Büchsendrehen auch eine Reihe von drei getrennten Instrumenten, womit die Arbeiten des Abdrehens und des Bohrens von Untertheil und Deckel nach einander verrichtet werden [6]).

7) Um an den Enden von Holz- (auch Rohr- und Fischbein-) Stäbchen kuglige oder ähnliche Knöpfe zu drehen, verbindet man mit der Drehbankspindel, statt eines Futters zum Einspannen, einen das geeignete Schneidwerkzeug enthaltenden Kopf, in dessen Bohrung das Stäbchen eingeschoben wird [7]).

8) Zündhölzer (Schwefelhölzer), über deren Darstellung nach verschiedenen Methoden bereits S. 668, 692, 714, 722 gehandelt wurde, können (in vierkantiger Gestalt) auch auf einer drehbankähnlichen Maschine [8]) verfertigt werden. Die zu verarbeitenden Holzstücke sind hier rundum auf der Stirnfläche eines großen Rades befestigt, welches sich um eine Achse dreht. Ein Support, im Wesentlichen von der gewöhnlichen Bauart, wird parallel zur Radachse daran vorüber bewegt, und trägt zwei Schneideisen oder Messer, die zu einander unter einem rechten Winkel stehen: das zuerst angreifende beschreibt,

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 153, S. 327—328. — Schweiz. Z. 1859, S. 131.
[2]) Polyt. Journ., Bd. 153, S. 326. — Polyt. Centr. 1859, S. 1121. — Deutsche Gewerbezeitung 1859, S. 205. — Schweiz. Z. 1859, S. 131.
[3]) Brevets 1844, T. 40. p. 227.
[4]) Polyt. Journ., Bd. 191, S. 4.
[5]) Polyt. Centr. 1848, S. 297; 1851, S. 65.
[6]) Mittheilungen 1860, S. 247.
[7]) Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 215. — Schweiz. Z. 1856, S. 141.
[8]) Brevets, LII. 156.

vermöge der stetigen Fortrückung des Supportes, auf dem Radumfange eine Schraubenlinie, durch welche die hier befindlichen Holzstücke mit parallelen Schnitten (in Abständen = der Breite der Schwefelhölzchen) versehen werden; das andere Eisen folgt nach und schält — da es zur Radachse parallel eindringt — von den Holzstücken eine Schicht ab, deren Dicke jener der Schwefelhölzer gleich ist, und welche ohne Weiteres in lauter Stäbchen zerfällt. Die Verwandtschaft dieses Apparates mit einem S. 722 beschriebenen fällt in die Augen; doch wird dort die Länge der Zündhölzer aus der mit der Radachse parallel liegenden Dimension des Holzes genommen, auf gegenwärtiger Drehmaschine hingegen nach dem Laufe des Radumkreises: hiernach muß sich die Lagerungsweise der Holzstücke (rücksichtlich des Faserlaufes) richten.

9) Krumme Stäbe, welche nach und nach an verschiedenen Stellen ihrer Länge abgedreht werden müssen (z. B. guirlandenförmig im Bogen an einander gereihte Kugeln als Verzierung auf Stuhllehnen u. dgl.) erfordern eine besondere Vorrichtung zum Einspannen, damit für jede zu bearbeitende Stelle einzeln die Drehung um den richtigen Mittelpunkt herbeigeführt werden kann[1]).

10) Schraubenartig gewundene Säulen an Möbeln werden durch ein Verfahren hergestellt, welches man das Gewunden-Drechseln nennt, und das dem Schraubenschneiden nahe steht. Der zu bearbeitende Zylinder wird an einem seiner Enden mit der Führungswelle (einer Schraube, deren vertiefte Gänge nur schmal sind aber weit auseinander liegen) verbunden. Diese Welle (gleichsam eine Leitspindel wie die an einem S. 336 beschriebenen Schraubenschneidapparate) bewegt sich, wenn man sie vermittelst einer Kurbel um ihre Achse dreht, in einer Docke der Drehbank oder auf einer für sie bestimmten Unterlage, und zwingt somit auch die Arbeit zur schraubenden Bewegung an dem festgehaltenen Drehstahle vorbei[2]). Kleine gewundene Gegenstände, z. B. Formen für Quasten, welche mit Seide überkleidet werden, kann man ohne Drehbank auf einer selbständigen, nach dem Prinzipe der Schraubenschneidmaschinen gebauten Vorrichtung[3]) verfertigen.

11) Das Drehen nicht runder Gegenstände (Passigdrehen, S. 289) ist als Mittel der Kunstdrechslerei veraltet, indem der Geschmack solchen Produkten abhold geworden ist; allein man hat es in der neuern Zeit in einer andern Beziehung wieder aufgenommen, nämlich zur fabrikativen Herstellung gewisser Gegenstände, die sonst mit viel mehr Zeitaufwand geschnitzt werden müssen, z. B. Gewehrkolben, Pistolenschäfte, Wagenradspeichen, Hutformen, Perrückenköpfe, Stiefelformen, Schuhleisten, Axthelme, Hammerstiele u. dgl. Von einer hierzu bestimmten Maschine (Copirdrehbank, *excentric lathe*, *Blanchard lathe*)[4]) wird Folgendes einen Begriff geben. Das Drehen geschieht nach einem Modelle von gleicher Gestalt mit dem zu formenden Holzstücke, neben welchem dasselbe in der nämlichen Achse befestigt wird. Diese Achse wird von einem pendelartig freischwebenden senkrechten Rahmen getragen und kann somit zurückweichen, wenn die Gestalt des Modelles es erfordert, wird aber immerfort durch ein Gewicht gegen das Schneidrad hingetrieben, welches hier statt eines Drehstahles angebracht ist. Das Schneidrad besteht aus einer schnell um ihre Achse gedrehten Scheibe, an deren Umkreis eine Anzahl scharfer hakenförmiger Schneideisen befestigt ist, die folglich in sehr kurzen Zwischenzeiten nach einander auf das Holz wirken. Auf der Achse des Schneidrades befindet sich eine glattrandige runde Scheibe, welche ebenso dem Modelle gegenüber steht, wie das Schneidrad dem Arbeitstücke. Indem letzteres und das Modell sich um ihre gemeinschaftliche Achse drehen, rückt zugleich durch Umdrehung einer Führungsschraube das Schneidrad längs des Arbeitstückes, und die glatte Scheibe längs des Modelles allmälig fort. So kommen nach und nach alle Stellen des Modelles mit der Scheibe in Berührung, und je nachdem die verschiedenen Theile des Modelles mehr oder weniger exzentrisch sind, wird der schwingende Rahmen zu ungleichen Schwingungen genöthigt, in Folge deren das zu bearbeitende Holzstück alle Bewegungen des Modelles mitmacht, und demnach von der Schneidscheibe zu gleicher Gestalt ausgearbeitet wird, weil die Drehungsachse sich entsprechend bald mehr bald weniger dem Schneidrade nähert. Bei

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, XXX. (1831), p. 397. — Polyt. Journ., Bd. 42, S. 396.

[2]) Geißler's Drechsler, II. 49, IV 1.

[3]) Polyt. Journ., Bd. 129, S. 198. — Polyt. Centr. 1853, S. 707. — Kunst- und Gewerbeblatt 1853, S. 475.

[4]) Jahrbücher, V. 330. — Polyt. Journ., Bd. 11, S. 314; Bd. 131, S. 1. — Wiebe, Skizzenb. 1870, Heft 2, Bl. 2. — Hütte 1868, Taf. 6.

der Vergleichung dieses Vorganges mit jenem beim Gebrauch der Patronen-Drehbank (S. 309) wird man die Aehnlichkeit zwischen beiden leicht erkennen. — Man richtet Maschinen der in Rede stehenden Art zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Stücke ein, bringt statt der oben erwähnten Schneidräder einfache rotirende Hobeleisen, kreissägenähnliche Fräsen oder eine lange gerade Säge an und läßt (was in den meisten Fällen vorzuziehen ist) die schwingende Bewegung durch diese Schneidwerkzeuge vollbringen, während die Arbeitstücke sich einfach um die Achse drehen, führt überhaupt mancherlei Modifikationen ein [1]).

An einer Copirdrehbank für Axthelme, mit schwingendem Werkzeug, wurde Folgendes beobachtet: Des größten Arbeitstückes Durchmesser 130 mm, Länge 1,135 m; minutliche Umdrehungszahl des Arbeitstückes 5,98 bis 38,9, des Fräskopfes (mit vier hakenförmigen Stählen) 2280, sekundliche Umfangsgeschwindigkeit des letztern 19,1 m; stündliche Leistung V = 0,0038 cbm (G = 2,63 kg) Eichenholz abgedreht bei Herstellung von drei Axthelmen von 930 mm Länge, 35 bis 50 mm Dicke; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang N_0 = 0,18 Pferdestärken, im Arbeitsgang N = 0,44 Pferdestärken; Raumbedarf 1,65 . 1,35 = 2,23 □m, Gewicht der Maschine 1000 kg; allgemein berechnet sich, wenn u_2 die minutliche Tourenzahl des Arbeitstückes, G das stündliche zerspante Holzquantum in Kilogrammen bezeichnet, der Arbeitsverbrauch beim Abdrehen von Eichenholz zu

$$N = 0{,}12 + 0{,}0085 \,.\, u_2 + 0{,}10 \,.\, G \text{ Pferdestärken.}$$

12) Guillochirung (vergl. S. 308) eignet sich im Allgemeinen wenig zur Ausführung auf Holz; höchstens können in den feinsten und dichtesten Holzarten Muster durch Zusammenstellung eingedrehter Kreise und verschiedenartig gebohrter Löcher gebildet werden. Dazu giebt es eigene auf der Drehbank statt des Supportes anzubringende Vorrichtungen (*excentric cutting frame*) [2]), und auch eine selbständige kleine Maschine [3]).

XVIII. Vorrichtungen zum Schraubenschneiden [4]).

Hölzerne Schrauben sind immer solche mit dreieckigen (scharfen) Gängen, weil wegen der Spaltbarkeit des Holzes in der Faserrichtung das Gewinde eine breite Basis haben muß. Eben jene Spaltbarkeit ist aber auch Ursache, daß die Kanten der Gänge bei geringer Gewalt ausbrechen; deshalb pflegt man (die auf der Drehbank verfertigten Schrauben fast allein ausgenommen) die hohen Gänge der Schraubenspindeln nicht scharfkantig sondern abgeplattet zu machen, indem man den vertieften Gang nicht so weit ausschneidet, als es zur Erzeugung scharfer Ränder erforderlich wäre.

Der Kantenwinkel des dreieckigen Gewindganges (oder — sofern eine Abplattung vorhanden ist — die Neigung der schrägen Seitenflächen des Ganges zu einander) wird, mit Rücksicht auf die geringere Festigkeit des Materiales, bei hölzernen Schrauben größer genommen als bei metallenen (S. 313), nämlich = 60 bis 90 Grad. Ein gewisses Verhältniß muß zwischen dem Durchmesser der Schraube und der Ganghöhe (S. 310) stattfinden, und der in dieser Beziehung gestattete Spielraum ist weniger groß als im Allgemeinen bei metallenen Schrauben, weil die Gänge dieser letzteren auch bei ziemlich bedeutender Feinheit noch für die meisten Fälle Festigkeit genug besitzen, wogegen hölzerne zu leicht ausbrechen. Man hält sich ziemlich fest an die Regel, ein Fünftel vom Durchmesser der Schraube (einschließlich des Gewindes) zur Ganghöhe zu nehmen, sofern der Durchmesser über 75 mm beträgt; dagegen ein Viertel bei Schrauben von und unter 75 mm Durchmesser, bei ganz dünnen sogar bis zu zwei Siebentel. Häufige Ausnahmen kommen jedoch bei den auf der Drehbank geschnittenen Schraubengewinden, wodurch Bestandtheile von Arbeitstücken zusammengesetzt werden, vor: diese sind im Allgemeinen viel feiner, weil

---

1) Armengaud, VII. 113; XIX. 367. — Jobard, Bulletin, XVIII. 5. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 252. — Brevets 1844, V. 93, 144; XIV. 55. — Polyt. Journ., Bd. 153, S. 330; Bd. 176, S. 179; Bd. 201, S. 14. — Mittheilungen 1862, S. 97. — Schweiz. Z. 1859, S. 132.

2) Mittheilungen, Lief. 64—65 (1852), S. 36. — Berliner Verhandlungen, XXXIII. (1854), S. 117.

3) Jahrbücher, VIII. 1.

4) Jahrbücher, IV. 396. — Werkzeugsammlung, S. 238. — Technolog. Encyklopädie, XIII. 555.

meist nur eine geringe Länge für die Schraube gegeben ist, auf welcher eine nicht zu kleine Anzahl von Gängen Platz finden muß. — Linke, sowie mehrfache Schrauben aus Holz kommen in der Anwendung nicht oder nur als seltene Ausnahmen vor, obwohl namentlich letztere wahrscheinlich in einigen Fällen mit Nutzen gebraucht werden könnten.

Schrauben von sehr großem Durchmesser pflegt man nach einer auf dem Holzzylinder gemachten Vorzeichnung mit Stemmeisen oder Stechbeiteln aus freier Hand auszuhauen; andere werden in einem Schneidzeuge geschnitten, oder — in gewissen Fällen — auf der Drehbank verfertigt. Das Schneiden der Muttern geschieht mit Bohrern oder auf der Drehbank. Wo nicht durch besondere Umstände ein Anderes nöthig gemacht wird, wählt man zu Schrauben nur die festesten und zähesten Hölzer, vorzüglich Weißbuchen, Apfelbaum, Holzbirnbaum, Atlasbeerbaum, Spierlingsbaum ꝛc.

1) Herstellung der Schrauben aus freier Hand.

Nur die größten Preßschrauben, zu welchen man keine Schneidzeuge hat, werden auf diese Weise verfertigt. Das Verfahren hierbei ergiebt sich, nach dem schon Angedeuteten, im Wesentlichen von selbst.

Das Nähere besteht in Folgendem: Man theilt den Umkreis des hölzernen Zylinders in eine beliebige Anzahl gleicher (nicht zu großer) Theile und zieht durch die Theilpunkte gerade Linien, parallel zur Achse, der ganzen Länge nach. Dann zeichnet man, in Entfernungen, welche der Ganghöhe des Gewindes gleich sind, Kreise rings um die Spindel. Jeden Zwischenraum zwischen zwei solchen Kreisen theilt man ferner in ebenso viele gleiche Theile wie der Umfang enthält, und legt auch durch diese Punkte Kreislinien. Indem letztere die nach der Länge gehenden Linien rechtwinklig durchschneiden, entstehen Vierecke, deren Diagonalen die Richtung der Schraubenlinie angeben. Wird ein beliebiger von den Durchschnittspunkten als Anfang für das Gewinde gewählt, so läßt sich mithin von diesem aus der Zug der gewünschten Schraubenwindungen ohne Weiteres verzeichnen und dergestalt die Schärfe der hohen Gänge angeben. Mitten zwischen den Umgängen dieser ersten Schraubenlinie zieht man auf gleiche Weise eine zweite, welche die Stelle für den Winkel der tiefen Gänge anzeigt. Diese zweite Linie wird mit der Säge so tief wie das Gewinde gehen soll eingeschnitten; hierauf wird der vertiefte Gang ausgehauen, und zuletzt die ganze Schraube mittelst der Raspel geglättet.

2) Herstellung der Schrauben mittelst des Schraubenschneidzeuges.

Das **Schneidzeug**, die **Kluppe**, für hölzerne Schrauben (filière à bois, *screw box*, *devil*)[1]) hat eine etwas entfernte Aehnlichkeit mit den Kluppen zum Schneiden metallener Schrauben (S. 325). Es wird gewöhnlich von Weißbuchenholz verfertigt, und besteht aus einem mit zwei Handgriffen versehenen Stücke, dessen Dicke 4 bis 6 Mal so groß ist als die Ganghöhe des Schraubengewindes. In der Mitte der geraden Linie, welche durch die beiden Handgriffe geht, und rechtwinklig gegen dieselbe, ist ein rundes, durch und durch gehendes Loch gebohrt, und in dieses dasjenige Schraubengewinde geschnitten, zu dessen Verfertigung die Kluppe dienen soll. Hieraus ergiebt sich schon, daß ein und dasselbe Schneidzeug nur zu Gewinden von einem einzigen bestimmten Durchmesser und einer einzigen bestimmten Ganghöhe angewendet werden kann. Auf einer der Flächen, auf welchen das Schraubenloch ausmündet, ist in der Tangente zu letzterem eine Vertiefung ausgestemmt, in welcher das Schneidwerkzeug, der **Geisfuß** (fer, le V), durch einen eisernen Haken und eine Schraubenmutter festgehalten, liegt. Der Geisfuß ist ein Stück gehärteten Stahles, an einem Ende zu einer winkelförmigen (wie der Buchstabe V gestalteten) Schneide ausgearbeitet, genau der Gestalt des vertieften Schraubenganges entsprechend. Seine Schneide reicht in das Loch der Kluppe hinein, worin ihre Stellung jener des hohen Schraubenganges am Anfange des Gewindes entspricht; ihm zur Seite ist ein Aus-

[1]) Gewerbeblatt für Sachsen 1839, S. 286.

schnitt zum Heraustreten des Spanes, welcher beim Schneiden einer Spindel entsteht, angebracht. Endlich wird die Fläche der Kluppe, in welcher der Geisfuß liegt (und welche beim Gebrauche die untere ist) mit einer aufzuschraubenden hölzernen Deckplatte von 12 bis 25^{mm} Dicke belegt, in welcher konzentrisch mit dem Loche der Kluppe ein glattes rundes Loch angebracht ist, eben hinreichend groß, um eine in das Muttergewinde der Kluppe passende Spindel durchzulassen. — Um die Kluppe zu gebrauchen, dreht man den zur Schraube bestimmten Holzzylinder in solcher Dicke ab, daß sein Durchmesser ein wenig kleiner ist, als der Durchmesser des hohlen Gewindganges in der Kluppe (wäre er genau eben so groß, so würden seine Schraubengänge keine Abplattung erhalten), spannt ihn senkrecht stehend in der Hobelbank oder im Schraubstocke ein, setzt auf sein oberes Ende das Schneidzeug mit dem Loche der Deckplatte, und dreht dasselbe an seinen Griffen mit beiden Händen um. Anfangs muß man hierbei einen Druck abwärts anwenden; sobald aber nur die Bildung des Gewindes begonnen hat, schraubt sich das Schneidzeug von selbst längs der Spindel herunter. Der Geisfuß erzeugt den ganzen tiefen Gang auf ein Mal, durch Herausschneiden eines starken dreiseitigen Spanes. Doch geht dies nur bei kleineren Schrauben (von nicht mehr als 30 bis 35^{mm} Durchmesser) wohl an; bei größeren würde der erforderliche Kraftaufwand zu bedeutend sein, und die Schneide des Geisfußes leicht Schaden nehmen. Man bringt daher für solche Fälle zwei Geisfüße einander gegenüber (um einen halben Schraubengang von einander entfernt) an, und läßt den ersten so wenig in das Loch hineinragen, daß er nur vorschneidet, den zweiten dagegen so viel, daß er dem Schraubengange, durch Wegschneiden eines neuen Spanes, die volle Tiefe giebt.

Die Deckplatte mit ihrem Loche hat keinen andern Zweck, als im Anfang der Arbeit die Kluppe auf der zu schneidenden Spindel geradezuhalten und zu führen; sie wird hinderlich, sofern es sich darum handelt, das Gewinde bis dicht an den Kopf der Schraube hin zu schneiden: man muß dann das Schneidzeug zurückschrauben, abnehmen, die Platte entfernen, und so mit der unbedeckten Kluppe das Gewinde bis an den vorgeschriebenen Punkt vollenden. Zur Ersparung dieser Weitläufigkeit ist es gut, daß man die Deckplatte aus zwei durch einen Längenschnitt getrennten Theilen bestehen läßt, welche einzeln losgemacht und seitwärts weggezogen werden können, sobald man beim Gewindeschneiden an den Kopf der Schraube kommt.

Man kann mit einer Kluppe Schrauben von etwas verschiedenem Durchmesser (aber alle mit Gewinden von einerlei Ganghöhe) schneiden, wenn man die Kluppe selbst sowohl als ihre Deckplatte durch einen Schnitt nach der Länge, mitten durch die Oeffnung, in zwei Theile trennt, welche sich vermittelst Schrauben einander mehr oder weniger nähern lassen; doch ist der hieraus entspringende Nutzen so gering, daß man dergleichen Schneidzeuge regelmäßig nicht in den Werkstätten findet.

3) Herstellung der Schrauben auf der Drehbank.

Sie stimmt gänzlich mit dem Schneiden metallener Schrauben auf der Drehbank überein, welches S. 331—334 beschrieben ist. Nur muß bemerkt werden, daß Holzdrechsler, die selten andere als ganz einfach gebaute Drehbänke zu besitzen pflegen, aus diesem Grunde in der Regel nur diejenige Verfahrungsart (S. 333) anwenden, bei welcher der Schraubstahl frei mit der Hand längs der Arbeit fortbewegt wird. In mechanischen Werkstätten, wo Drehbänke mit Schraubenpatronen oder mit einer Vorrichtung zur Führung des Stahles vorhanden sind, gebraucht man aber auch diese zur Verfertigung hölzerner Schrauben.

4) Herstellung der Schraubenmuttern.

Muttern von so großem Durchmesser, daß man die Schraubengänge in denselben, nach einer Vorzeichnung, mit kurzem Stemmeisen ausstemmen kann, kommen in höchst seltenen Fällen vor, und bleibt dieses Verfahren immer mühsam und un-

vollkommen. Zu den auf der Drehbank geschnittenen Schrauben werden auch die Muttern auf der Drehbank mittelst des dazu gehörigen inwendigen Schraubenstahles verfertigt. Es bleibt demnach nur das Schneiden der Muttern mit dem Schraubenbohrer, Gewindebohrer (taraud) zu erklären.

Wenn in das Holzstück, welches man zur Schraubenmutter bestimmt hat, durch Bohren oder Drehen ein Loch gemacht ist, dessen Durchmesser dem Durchmesser der Schraubenspindel, auf dem Grunde des vertieften Ganges gemessen, gleichkommt, so wird der Schraubenbohrer senkrecht stehend in dieses Loch eingesetzt und darin mittelst eines lose aufgesteckten hölzernen Querheftes oder eines Wendeeisens (S. 286) herumgedreht, wodurch er nach und nach das hohle Gewinde ausschneidet, in welches das hohe der Spindel passen muß. Demnach muß ein solcher Bohrer schneidende Theile enthalten, welche aber von verschiedener Beschaffenheit sein können und also mancherlei Abweichungen in der Gestalt der Bohrer zur Folge haben. Gemeinschaftlich ist allen der Umstand, daß sie über dem schneidenden Theile, nach dem Kopfe zu, einen hinreichend langen dünneren Stiel haben, um ohne Hinderniß ganz durch die Schraubenmutter hindurch bewegt werden zu können. Sehr gern giebt man dem Stiele und dem Kopfe einen so geringen Durchmesser, daß sie nicht hinderlich sind, wenn man den Bohrer — nachdem er ganz durchschnitten hat — unten aus der Mutter herausfallen lassen will, um nicht durch Zurückschrauben desselben das eben verfertigte Gewinde vielleicht zu beschädigen.

a) Die gewöhnlichsten Schraubenbohrer, für Muttern von der geringsten Größe bis zu etwa 50 mm Durchmesser, sind von Eisen gemacht und durch Einsetzen gehärtet, besser aus Stahl verfertigt, und haben, von dem Stiele abgesehen, die Gestalt einer schlanken, abgestumpften vierseitigen Pyramide mit tief rinnenartig ausgehöhlten Seitenflächen und nicht ganz scharfen Kanten. Das dünnere Ende der Pyramide ist zugleich das Ende des Bohrers. Auf den vier Kanten sind dreieckige Zähne nach dem Laufe der Schraubenlinie gegen einander stehend ausgefeilt, sodaß jede Kante eine zusammenhängende Reihe solcher Zähne darbietet. Die Zähne an dem dünnsten Theile des Bohrers greifen wenig in das Holz ein und zeichnen gleichsam die Schraubengänge nur vor, zu welchem Behufe der Bohrer im Anfange der Arbeit mäßig niedergedrückt werden muß. Sowie dann die allmälig anwachsende größere Dicke des Bohrers zur Wirkung kommt, schraubt dieser ohne ferneren Druck von selbst sich fort, und die Muttergänge werden nach und nach gehörig vertieft. Wohlfeilheit und Dauerhaftigkeit sind die Hauptvorzüge dieser Bohrer; es leuchtet aber ein, daß sie vermöge ihrer kratzenden Wirkung kein sehr glattes Gewinde machen können.

b) Etwas besser wirken die Bohrer, wenn man bei ihrer Verfertigung eine vollständige (etwas verjüngt zulaufende) Schraube in dem Stahle ausfeilt (oder mittelst einer eisernen Kluppe mit Schraubenbacken schneidet), von dieser aber den bedeutendsten Theil durch vier breite Furchen wieder wegnimmt, welche man an vier Seiten der Länge nach mit der Feile ausarbeitet. Hier bleiben also statt bloßer eckiger Zähne (wie bei a) größere Theile des Gewindes von z. B. 5 bis 10 mm Breite übrig, welche mit ihren von den Furchen begrenzten Seitenrändern zwar ebenfalls nur kratzend wirken, aber doch durch Zusammenpressen des Holzes die eingeschnittenen Muttergänge einigermaßen glätten.

c) Noch mehr tritt dieser Nutzen hervor, wenn man das Schraubengewinde des Bohrers mit einer einzigen, schräg laufenden, tiefen und breiten Rinne unterbricht. Wird diese dergestalt tief ausgehöhlt, daß der Querschnitt des Bohrers eine mondviertel- oder sichelartige Gestalt erhält, so schneidet auch die gezahnte Kante derselben an sich schon schärfer, folglich reiner.

d) Vorzüglich gute Wirkung hat ein Bohrer von folgender Beschaffenheit. Man verfertigt aus Stahl eine schlank kegelförmig zulaufende Schraube mit dem erforderlichen Gewinde, welche hohl und am dünneren Ende offen ist; durchbricht dieselbe an zwei diametral entgegengesetzten Stellen mit einem geraden etwas breiten Spalte, welcher die ganze Länge des mit Schraubengängen versehenen Theiles einnimmt, und schärft die hiervon entstandenen Durchschnittskanten der Gänge von innen heraus zu, sodaß sie die Gestalt einer Geisfußschneide (V) erhalten. Die bei der Arbeit eines solchen Bohrers im Holze abgeschnittenen Späne treten durch die zwei Spalte ins Innere und fallen durch das offene untere Ende heraus.

e) Bei schwachen Gewinden kann der Bohrer den tiefen Muttergang mittelst einer einzigen nach vorstehender Weise geformten Schneide ganz fertig ausschneiden, wie dies bei Verfertigung der Spindeln durch die Wirkung des Geisfußes der Fall ist. Der Bohrer[1]) besteht für diesen Fall aus 5 oder 6 Gängen eines Gewindes, welche dazu dienen, ihn in der Mutter zu führen. Das vorausgehende äußerste Ende des Schraubenganges ist gerade abgeschnitten und hohl ausgefeilt, sodaß der Rand eine Schneide in der Gestalt des Buchstabens V bildet, die einen einzigen dreikantigen Span nimmt. Um beim Anfangen der Mutter den Bohrer richtig und ohne Schwanken in das vorgebohrte Loch einsetzen zu können, giebt man ihm vor der erwähnten Schneide wo das Schraubengewinde aufhört, einen 12 bis 18 mm langen zylindrischen Zapfen, der aber rohrartig hohl sein, und durch ein Loch in seiner Wand mit der Aushöhlung der Schneide kommunizieren muß, um dem Spane den Austritt zu gestatten. Dadurch, daß man die Schraube des Bohrers nach dem Stiele zu ein wenig verjüngt, wird unnöthige Reibung derselben in dem Gewinde der Mutter vermieden.

f) Sehr einfache und wohlfeile, gut wirkende, für Schraubenmuttern von 25 bis 75 mm Weite anwendbare Bohrer werden dadurch hergestellt[2]), daß man einen Zylinder aus Buchsbaumholz oder Messing von demjenigen Durchmesser, welchen das Loch vor dem Einschneiden des Gewindes hat, vom Ende bis etwa an die Mitte mit einem durch die Achse gehenden Sägenschnitte aufspaltet, in diesen Spalt eine an beiden Seiten gezahnte Platte von Stahlblech einlegt, und dieselbe mittelst mehrerer quer durchgehender Niete befestigt. Die dreieckigen Zähne der erwähnten Stahlplatte müssen nach dem Laufe des Gewindes gestellt sein, was dann der Fall ist, wenn jedem Zahne auf der einen Seite ein Zwischenraum zwischen zwei Zähnen der andern Seite gerade gegenüber steht. Am äußersten Ende des Bohrers sind drei Zähne (obwohl ihre Spitzen durchaus einerlei, der Ganghöhe der Schraubenmutter gleiche, Entfernung von einander haben) klein, und ragen wenig über den hölzernen Zylinder hervor; gegen den Stiel zu wächst mehr und mehr ihre Breite und ihr Vorsprung, sodaß die letzten in jeder Reihe ohne Zwischenraum einander folgen, und die volle Größe des quer durchschnittenen Schraubenganges haben. Die Zähne wirken hier ganz wie bei der oben beschriebenen Art (a) von Schraubenbohrern, nur sind sie schärfer, weil sie dünn sind.

g) Bohrer für Muttern von mehr als 50 mm Durchmesser macht man gewöhnlich ganz aus Holz, bis auf einen einzigen stählernen Zahn, der zum Einschneiden der Gänge dient. In diesem Falle aber bedarf der Bohrer einer besonderen Vorrichtung, damit der Zahn richtig in der erforderlichen Schraubenlinie sich bewegt. Eine Anordnung zu diesem Zwecke besteht in Folgendem: Der Bohrer ist eine mit einem Querhefte versehene hölzerne Schraube, deren Gewinde übereinstimmt mit dem in der Mitte hervorzubringenden; doch fehlen an dem von dem Hefte entferntesten Ende auf einige Länge die Schraubengänge, und dieser Theil hat die Gestalt eines glatten Zylinders von eben dem Durchmesser, wie das Loch der Schraubenmutter vor dem Einschneiden des Gewindes. Quer durch den erwähnten glatten Theil ist ein spitzig zugeschärftes stählernes Schneideisen (der Zahn) fest passend eingetrieben. Um den Bohrer zu gebrauchen, wird die Schraube desselben in ein mit dazu passenden Muttergängen versehenes Holzstück — den Sattel — eingeschraubt, das glatte zylindrische Ende, mit dem nur wenig daraus hervorstehenden Zahne, in die Bohrung der Schraubenmutter gebracht, und der Sattel mittelst Schrauben oder Schraubzwingen auf der Mutter befestigt. Dreht man nun den Bohrer um, so schraubt er sich im Sattel fort, und folglich schneidet der Zahn in der Mutter die Schraubenlinie ein. Ist er einmal ganz durchgegangen, so führt man ihn zurück, stellt durch Hammerschläge den Zahn etwas weiter heraus, und schneidet von Neuem. Dies wird so oft wiederholt, bis die Gänge der Mutter ihre völlige Tiefe erlangt haben. (Man vergleiche hiermit die im Wesentlichen ganz übereinstimmende Vorrichtung, deren S. 322, 336 gedacht ist).

h) Die vorige Konstruktion wird besonders zum Schneiden der größten Schraubenmuttern, sehr angemessen dadurch vereinfacht, daß man, statt des Schraubengewindes, auf dem gänzlich glatt zylindrischen Bohrer bloß einen in der Schraubenlinie geführten Sägenschnitt, und statt des Muttergewindes dafür, in dem runden Loche des Sattels

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1853, S. 281.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 14, S. 160. — Bulletin d'Encouragement, XLII. (1843), p. 91. — Jobard, Bulletin, IV. 82. — Polyt. Centr. Neue Folge, Bd. 2 (1843), S. 29.

ein nach der gleichen Schraubenlinie eingelegtes Eisenblech (die Zugplatte) — gleichsam ein Theil eines hohen Schraubenganges — anbringt.

Anhang
zur dritten Abtheilung.

I. Biegen des Holzes.

Zur Herstellung von Arbeitstücken gebogener Gestalt wird vortheilhaft krummgewachsenes Holz angewendet. Da indessen solche Krummhölzer (bois courbe, bois tordu, bois bombé, *crooks, crooked wood, compass-timber*) nicht in gehöriger Menge und Beschaffenheit anzutreffen sind, so bleibt meist keine andere Wahl, als entweder die Stücke aus geradem Holze mit der Säge krumm zuzuschneiden (wobei aber die Fasern mehr oder weniger auf eine für die Festigkeit höchst schädliche Weise durchschnitten werden), oder das Holz künstlich zu biegen.

Frischgefällt besitzt das Holz einen hohen Grad von Biegsamkeit, und wenn es in diesem Zustande gebogen, dann durch eine äußere Kraft bis zum Trocknen in der Krümmung erhalten wird, so verliert es die ihm gegebene Gestalt nicht mehr. Die Biegsamkeit wird bedeutend gesteigert, wenn man der Wirkung der natürlichen Feuchtigkeit durch Erwärmung zu Hülfe kommt. Darauf gründet sich das Biegen der Faßreifen (S. 667). Aber auch schon getrocknetes Holz kann leicht in die mannigfaltigsten Gestalten gekrümmt werden, wenn man es mit heißer Feuchtigkeit durchdringt, was entweder durch Kochen in Wasser, oder durch Behandlung mit Wasserdampf geschehen kann (S. 629). Man schneidet oder spaltet zu diesem Ende das Holz nach der Dicke und Länge der zu verfertigenden Bestandtheile, und behobelt oder schnitzt es nach Erforderniß, bringt es auf einige Zeit in einen Kessel mit kochendem Wasser oder in den Dampfkasten, legt es noch heiß an oder zwischen hölzerne oder gußeiserne Formen (sogenannte Zulagen), deren Umrisse angemessen geschweift sind, preßt diese durch Schrauben oder auf andere Weise so stark zusammen, daß das Holz die verlangte Krümmung annimmt, und läßt die Stücke unter dem Drucke, im Schatten, langsam trocknen. Außerdem, daß das so behandelte Holz durch Auslaugung an Güte gewonnen hat, besitzt es hauptsächlich den großen Vorzug, daß die Fasern in demselben mit der Krümmung übereinstimmend laufen, wodurch es dem Zerbrechen weit mehr widersteht als krumm zugeschnittenes Holz. Man kann daher gebogene Bestandtheile beträchtlich dünner machen als krumm geschnittene, was zur Schönheit und Leichtigkeit der Arbeiten wesentlich beiträgt.

Sehr oft werden die Hölzer zu Kutschengestellen und zu Wagen überhaupt (sogar ganze Radfelgen in voller Kreisrundung), desgleichen krumme Bestandtheile von Tischlerarbeiten 2c., auf die angezeigte Weise durch Biegen unter Anwendung verschiedener mechanischer Vorrichtungen dargestellt (bois à droit fil)[1]. Eine ausgedehnte Anwendung findet das Biegen des Holzes gegenwärtig zur Herstellung von Stühlen und andern Möbeln, welche wegen ihres verhältnißmäßig geringen Gewichtes große Beliebtheit sich erworben haben. Als Beispiel eines Gegenstandes kleinerer Art gehören hierher die halbkreisförmig gebogenen Kopfenden an Spazierstöcken (Hakenstöcken von Rohr). Beim Schiffbau werden die Planken zur Bekleidung krummer und windschiefer Flächen im Dampfkasten erweicht, dann noch weich und warm an Ort und Stelle gelegt und mittelst der Bolzen befestigt, welche sie zu Annahme und Beibehaltung der geforderten Biegungen nöthigen. — Es scheint, daß nicht selten die künstlich gebogenen Hölzer ein gewisses Be-

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 21, S. 29; Bd. 147, S. 17; Bd. 149, S. 321. — Brevets, XXXII. 50; LXVII. 87. — Polyt. Centr. 1848, S. 1329; 1858, S. 1621. — Deutsche Gewerbezeitung 1857, S. 219. — Zeitschr. d. Ing. 1857, S. 163. — Schweiz. Z. 1858, S. 153.

streben zeigen, allmälig wieder in ihre natürliche Gestalt zurückzutreten: Radfelgen sollen dadurch unrund werden, Stuhllehnen sich verziehen 2c.

Das Holz wird besonders geschmeidig und biegsam wenn man es — statt der Behandlung in Dampf oder kochendem Wasser — einige Stunden mit klarer Auflösung von Tischlerleim kocht. Diese Methode eignet sich zumal zur Anwendung auf dünne (selbst furnürartige) Blätter, welche man beim nachherigen Krummpressen nach Bedürfniß mehrfach auf einander legt und so zu einem äußerst haltbaren Ganzen vereinigt[1]).

II. Pressen des Holzes.

Das Pressen (moulage) des Holzes — zur Darstellung von Relief-Verzierungen auf Dosen, auf Gesimsleisten 2c. angewendet — wird auf folgende Weise ausgeführt. Man bedient sich dazu einer eisernen Presse mit einer starken senkrechten, durch einen langen Hebel umzudrehenden Schraubenspindel, und vertieft gravirter Formen, Matrizen (matrices) aus gegossenem Messing. Zum Pressen der runden Tabakdosen-Deckel haben diese Formen die Gestalt kreisrunder Platten, und es gehört zur Anwendung derselben ein eiserner, mit Messing gefütterter, inwendig recht glatter und etwas konischer Ring, in welchen die gravirten Scheiben passen. Man dreht aus dem zu pressenden Holze eine Scheibe von wenigstens 12mm Dicke und von solchem Durchmesser, daß sie ohne großen Spielraum in den Ring gelegt werden kann, und setzt sie in Berührung mit der erhitzten Matrize einem starken, stufenweise steigenden Drucke aus. Zu diesem Behufe legt man unter die Presse zuerst eine runde eiserne, wenigstens 25mm dicke Scheibe, welche so weit erhitzt ist, daß daraufgespritztes Wasser schnell und unter Zischen verdampft; ferner den Ring, dessen kleinere Oeffnung nach unten, in den Ring die gravirte Matrize, mit der Gravirung nach oben, auf diese das Holz, darüber eine 8mm dicke glatte Messingscheibe, eine zweite erhitzte eiserne Platte (welche bequem in den Ring eintreten muß), einen eisernen Zylinder von etwas kleinerem Durchmesser als die Oeffnung des Ringes, endlich eine dicke viereckige Eisenplatte, welche unten recht eben und glatt, oben hingegen mit einer, als Stützpunkt für das Ende der Preßschraube dienenden, Einsenkung versehen ist. Das Zusammensetzen aller dieser Theile muß so schnell als möglich geschehen, damit während desselben die heißen Eisenplatten nicht bedeutend abkühlen. Nun bewegt man ohne Zeitverlust die Schraube so weit herab, daß sie die oberste dicke Eisenplatte berührt, dreht noch überdies ein oder zwei Mal um, um einen etwas starken Druck zu geben; wartet etwa zwei Minuten, damit sich die Hitze der erwärmten Eisenplatten den übrigen Stücken mittheilen kann, und zieht dann die Schraube mit der vollen Kraft von zwei oder drei Personen weiter an. Wieder nach einigen Minuten wird die Schraube etwa um das Viertel eines Umganges zurückgedreht, und sogleich von Neuem so stark als möglich zugeschraubt. Nach dem Erkalten (welches man öfters dadurch befördert, daß man die Presse vom Gestelle abnimmt und in Wasser taucht) löst man die Schraube, setzt den Ring verkehrt ein (die größere Oeffnung nach unten), und preßt mittelst eines hölzernen Pfropfes die Matrize sammt dem Holze, auf welchem deren Gravirung vollständig abgedruckt ist, heraus.

Geradfaserige Hölzer eignen sich am wenigsten zum Pressen, weil sie leicht unter dem Drucke Brüche erhalten; doch kann zu geringeren Arbeiten Lindenholz wohl angewendet werden. Am besten sind die Maserhölzer, namentlich von Buchsbaum, Eichen, Ahorn. Wenn die Fasern mit dem Durchmesser der Holzplatte parallel laufen, so nimmt letztere leichter die Eindrücke an, behält sie aber weniger gut, und zarte Theile der Gravirung pressen sich unvollkommen aus. Arbeitet man dagegen mit Hirnholz (dessen Fasern quer durchschnitten sind), so ist der Abdruck vollkommener, erfordert aber eine viel größere Kraft. Das Gelingen wird sehr befördert, wenn man bei der Zurichtung des Holzes Erhöhungen auf denselben an denjenigen Punkten stehen läßt, welche den am meisten vertieften Stellen der Matrize entsprechen. — Sehr wesentlich ist, daß die Eisen-

[1]) Brevets, T. 88, p. 208.

platten nicht zu stark erhitzt werden; wenn sie glühend oder nahe am Glühen wären, so würde das Holz sich verkohlen. Indessen ist es nie zu vermeiden, daß das Holz ein wenig bräunlich wird; oft verschwindet die von der Hitze entstandene braune Farbe durch langes Liegen der Gegenstände an der Luft. Geschabt oder nachgebessert darf an dem gepreßten Holze nicht werden, weil die äußerliche dunkle Farbe gar nicht tief eindringt, und demnach ein fleckiges Ansehen entstehen würde. Aller Glanz, dessen die Arbeit bedarf, wird ohne weitere Hülfe durch die Politur der Matrize hervorgebracht.

Neuerlich hat man eine schöne Anwendung vom Pressen des Holzes gemacht um eine Nachahmung des Hirschhorns (künstliches Hirschhorn, bois de cerf artificiel, corne de cerf imitée, *artificial hart's horn*) zu Messerschalen darzustellen. Die Schalen werden drei Mal so dick, als sie schließlich bleiben sollen, aus Ahorn-, Birnbaum- oder Mehlbeerbaum-Holz (am besten von jungen Stämmen) zugeschnitten, in die gehörige Form gefeilt, fein glatt geschabt, 6 bis 7 Tage lang in mit Wasser verdünnte Seifensiederlauge (die man zeitweise etwas erwärmt) gelegt, 5 bis 6 Stunden in einer braunen Farbeflüssigkeit gekocht, hierauf in gußeiserner Stanze gepreßt (um ihnen die dem Hirschhorn eigenen Erhöhungen, pelures, und Furchen, gouttières, zu geben), zuletzt gefirnißt. Die erwähnte Farbe wird erhalten, indem man 4 Theile Kasselerbraun, 16 Th. Fernambukholz, 3 Th. Pottasche, 2 Th. Zinnauflösung, 64 Th. Wasser, 20 Th. Essig vermischt und zusammen kocht. Die Stanzen oder Preßformen verschafft man sich durch Uebergießen von Messerschalen aus dem schönsten natürlichen Hirschhorn mit Gyps, und Abgießen dieser Gypsmodelle in Eisen. Sowohl die Stanze als die über das Holz gelegte flache Eisenplatte wird beim Pressen ziemlich stark erwärmt. Der Firniß ist eine Auflösung von 2 Theilen Benzoe und 1 Th. Drachenblut in Weingeist.

Reliefpressungen auf Furnüren werden zwischen zwei erwärmten Metallplatten oder Metallwalzen [1]) hergestellt, von welchen die eine vertieft gravirt, die andere glatt oder — besser — mit korrespondirenden Erhöhungen versehen ist. Im letzteren Falle wird die Furnür auf der Rückseite mittelst Mehlkleister mit dünnem Briefpapier beklebt, noch feucht zwischen den Platten (die Reliefplatte der Papierseite zugewendet) gepreßt; nach dem Trocknen füllt man die Vertiefungen mit irgend einem Kitt aus und schleift diese Fläche ab, um sie gehörig auf das mit der Furnür zu bekleidende Holz aufleimen zu können.

Es ist nach der natürlichen Beschaffenheit des Holzes von selbst klar, daß Reliefs von beträchtlicher Höhe durch gewöhnliches Pressen nicht dargestellt werden können. Um solche zu erhalten, namentlich Verzierungen darzustellen, welche Bildhauerarbeit (Schnitzwerk) nachahmen und nachher vergoldet oder bronzirt werden, eignet sich eine andere Methode: das Brennen, wobei mit glühenden Formen gearbeitet und alles zur Herstellung der Vertiefungen wegzuschaffende Holz in leicht abzulösende Kohle verwandelt wird. Die Preßformen sind von Gußeisen und enthalten die dem beabsichtigten Holz-Relief entsprechenden Vertiefungen genau ausgearbeitet; zur Ausübung des Druckes ist hier eine Hebelpresse weit vorzüglicher als eine Schraubenpresse, weil eine sehr große Kraftentwickelung nicht erfordert wird, die Pressung nur kurze Zeit anhält und dagegen oftmals wiederholt, also auf Vermeidung des Zeitverlustes beim Oeffnen der Presse geachtet werden muß. Man taucht das Holz vorläufig in Wasser, um die starke Einwirkung der Hitze auf die unmittelbar von der Form berührten Stellen zu beschränken. Nachdem die rothglühende Form auf das Holz gesetzt ist, wird sie etwa 20 Sekunden lang angepreßt; dann wirft man das Holz in Wasser und bürstet die verkohlten Theile mit einer steifen Bürste ab. Diese wechselweise Behandlung muß bis zur Vollendung des Reliefs wiederholt werden. Jedes Mal soll die verkohlte Kruste nicht dicker als 2 bis 3^{mm} sein; auch muß vermöge der raschen (und durch die Nässe des Holzes räumlich beschränkten) Einwirkung der Hitze nur mürbe schwarze, und keine halbfeste schwarzbraune Kohle entstehen. Die weichen schwammigen Hölzer (Pappel, Weide, Roßkastanie) liefern das beste Resultat; sie gewinnen dabei merklich an Härte und erlangen eine bräunliche Farbe, ähnlich der des alten Nußbaumholzes. —

Wenn Furnüre aus weißem Holze mit Reliefpressung (s. oben) in der Art hergestellt werden, daß die angewendeten Platten oder Walzen heiß genug sind, um das Holz auf

---

[1]) Deutsche Gewerbezeitung 1859, S. 398.



einige Tiefe zu bräunen (ohne es jedoch eigentlich zu verkohlen), und man dann das Relief weghobelt, so erscheint auf der nun glatten Fläche die Zeichnung wie mit Sepia getuscht, weil deren einzelne Theile desto heller sich darstellen, je höheres Relief sie vorher gehabt haben, während der ebene Grund die dunkelste Farbe behält.

Folgende besondere Art der Holzpressung kann zur Erzeugung eines künstlichen Masers angewendet werden. Man sägt aus feinfaserigen schlichten Holzarten (z. B. Ahorn, Birke) Blätter oder Streifen von 3 mm oder mehr in der Dicke; preßt dieselben zwischen zwei erwärmten Eisenplatten, welche mit korrespondirenden wellenförmigen, genau auf einander passenden Erhöhungen und Vertiefungen versehen sind, zur mehr oder weniger geschlängelten Gestalt, und hobelt sie schließlich flach ab. Indem dadurch an den Stellen der weggehobelten Erhöhungen Theile des Innern auf die Oberfläche kommen, entsteht eine dem Maser verwandte Zeichnung, welche z. B. bei eingelegter Arbeit gute Wirkung thut. Das Verfahren bietet Aehnlichkeit mit einer auf S. 34 beschriebenen Methode zur Erzeugung damaszirten Stahles dar. Sind die gepreßten Holztafeln etwas dick, so kann man sie, durch Sägenschnitte parallel zu den abgehobelten Flächen, in mehrere Blätter von gleicher Beschaffenheit zertheilen.

III. Darstellung der Verzierungen aus plastischer Holzmasse (Holzgießerei).

Relief-Verzierungen auf Spiegel- und Bilderrahmen, Möbeln ꝛc. (wie Blätterleisten, Rosetten, Arabesken) werden viel wohlfeiler und zum Theil feiner als der Bildhauer sie schnitzen könnte, durch Abdrucken einer weichen Masse (Paste, Holzpaste) in vertieften Formen dargestellt. Sehr uneigentlich nennt man dieses Verfahren Holzgießerei. Das Wesentliche dabei besteht darin, daß man aus feinen Holzspänen und starkem Leimwasser eine Art Teig anmacht, und diesen in die Formen preßt. Wenn es dem Zwecke angemessen ist, kann man der Masse beliebige Farbstoffe beimengen. Wenn die aus Leim und Holz wohl gepreßten Gegenstände durch längeres Einlegen in Loh- oder Galläpfel-Aufguß gegerbt werden, gewinnen sie an Haltbarkeit und erlangen größere Aehnlichkeit mit Holz auch im Ansehen.

Näheres ergeben folgende Bemerkungen. Die Späne (z. B. von Birnbaum- oder Lindenholz, Mahagoni ꝛc.) können Sägespäne oder geraspelte Späne sein, müssen aber zur Entfernung der groben Theile durch ein enges Sieb gebeutelt, nöthigenfalls auch vorher (in scharf getrocknetem Zustande) zerstoßen oder zerrieben werden. Man kocht aus 5 Theilen guten Tischlerleims und 1 Theile Hausenblase mit der nöthigen, durch einen Vorversuch auszumittelnden Menge Wasser eine Flüssigkeit, welche so dünn ist, daß sie beim Erkalten eben nur schwach gerinnt, ohne eine eigentliche Gallerte zu bilden; seiht dieselbe durch; vermengt sie heiß mit so viel Holzspänen, daß ein ziemlich fester Teig entsteht, drückt diesen mit den Fingern sorgfältig in die dünn mit Oel bestrichenen Formen (aus Metall, Gyps, Schwefel, gefirnißtem Holz); legt eine geölte Platte darauf, und beschwert diese mit Gewichten oder setzt das Ganze unter eine Presse. Wenn die Masse in der Form halbtrocken geworden ist, schneidet man das Ueberflüssige über der Fläche der Form mit einer breiten und dünnen Messerklinge weg; stürzt die Formen um, und legt die von selbst herausfallenden oder leicht loszumachenden Abdrücke mit der flachen Seite auf ein glattes Bret, um sie völlig trocknen zu lassen. Sie werden hernach vergoldet oder bronzirt, wie Arbeiten aus massivem Holze. — Dicke Stücke kann man, um die feinen Späne zu sparen, auf die Weise verfertigen, daß man erst die beschriebene Zusammensetzung, etwa 2 mm dick, in alle Vertiefungen der Form eindrückt, und den Rest der Höhlung mit einer Mischung aus gröberen Spänen und dem nämlichen Leimwasser ausfüllt. Sollen die Verzierungen auf krummen Flächen angebracht werden, so muß man sie vor dem völligen Trocknen biegen und auflegen.

Die Zusammensetzung der Paste wird auf mancherlei Weise abgeändert und wesentlich verbessert; man nimmt z. B. etwas Traganth unter den Leim, und setzt den Holzspänen feingepulverte Kreide u. dgl. zu. Feingesiebte Sägespäne mit dem achten Theile ihres Gewichtes feinen Harzpulvers innig vermengt und in heißen Formen gepreßt, geben eine gute Masse. In Paris wird unter dem Namen bois durci in Gestalt von Rahmen, verzierten Bücherdeckeln ꝛc. eine vortreffliche Ware dadurch hergestellt, daß man fein pulverisirte Sägespäne (vorzugsweise von Jakarandaholz) mit durch Wasser verdünntem Blute

tränkt, bei 50 bis 60° C. trocknet, dann mittelst kraftvoller hydraulischer Pressen in polirte stählerne, auf 170 bis 200° C. erhitzte Formen drückt. Sehr geeignet zur Anfertigung der Holzpasten ist das Holzmehl, d. h. diejenige äußerst fein und kurzfaserige Substanz, welche durch Abschleifen weichen Holzes auf Drehschleifsteinen hergestellt und hauptsächlich von den Papierfabriken als Zusatz zum Papierzeug verwendet wird. Man kann dieses Holzmehl z. B. mit Blut und Galläpfelaufguß (auch statt des letzteren Wasserglas, oder Traganthschleim, oder Traganthschleim und Leim) zu dickem Teige machen, feucht in gußeiserne Formen pressen und trocknen. Eine sehr gut formbare und beim Austrocknen gut erhärtende Masse besteht aus 100 Th. in verdünnter Natronlauge behandeltem und gut ausgewaschenem Holzstoff und 30 Th. vorher in Wasser aufgelöstem Leim, welcher Mischung man eine Abkochung von 5 Th. Eichenrinde und sodann noch 5 Th. Wasserglas von 15° Bé. zugesetzt. — Erwähnung verdient, daß man zu gleichem Zwecke auch Mischungen, welche sehr wenig oder gar keine Holzspäne enthalten, anwendet (*composition ornament*); z. B. a) 13 Theile Leim in der nöthigen Menge Wasser zerlassen, 4 feingepulverte Bleiglätte, 8 Bleiweiß, 1 feine Holzsägespäne, 10 Gyps. — b) Gemahlener Gyps und Sägespäne vermengt und mit Leimwasser angemacht. — c) Aschenpaste, aus feingesiebter Holzasche, Mehlkleister und Papierganzzeug (statt dessen man im Wasser aufgeweichtes und zerstampftes Druckpapier anwenden kann). — d) 8 Theile Schlämmkreide, 4 Th. feinabgesiebte Sägespäne, 1 Theil feingepulverter Oelkuchen von Leinsamen zusammen mit starker Leimauflösung anhaltend und stark geknetet; erhärtet langsam. — e) 2 Theile Leim in 2 Theilen Leinöl flüssig gemacht, 1 schwarzes Pech in 2 Terpentin geschmolzen, beide Mischungen heiß zusammengerührt, das Ganze mit 2 Sägespänen, 2 geschlämmter Kreide und 2 Englischroth zusammengeknetet (diese Masse hält auch gut in der Witterung aus). — f) 4 Terpentin mit 1 weißes Pech zusammengeschmolzen, damit 4 dickgekochter Leim heiß vermischt, 8 geschlämmte Kreide, 4 Englischroth, 4 feine Sandelholzspäne zugesetzt, 1 Kopalfirniß (oder dicke Auflösung von Asphalt in Terpentinöl) zugegossen, das Ganze tüchtig durchgeknetet. (Die Massen e und f müssen vor dem Pressen erwärmt werden). — g) Leim, Leinölfirniß, zerfallener Kalk. — h) Leim, Terpentin, Leinölfirniß, geschlämmte Kreide. Die Kreide (5 Th.) wird mit dem Leim (im trockenen Zustande 1 Th.) gut zusammengeknetet, der Terpentin nachher zugesetzt. Leinölfirniß während der Bearbeitung so viel beigemischt als dienlich ist, um das Kleben der Masse an den Händen zu verhindern. — i) Leimwasser und geschlämmte Kreide ohne weiteren Zusatz (Kreidepaste). — k) Kartoffelpaste, bestehend aus in Wasser oder Dampf gargekochten Kartoffeln, welche man zerreibt, mit Sägespänen, Torfstaub oder feingemahlener Gerberlohe vermengt, und schließlich durch Stampfen zu einem geschmeidigen Teige verarbeitet. — l) Steinpappe, ein Gemenge von in Wasser zerweichtem und zu Brei zermalmtem Papier mit Thon, Kreide und Leimauflösung.

Endlich ist der Verwandtschaft wegen anzuführen, daß man kleine Verzierungen auf Rahmen nicht selten aus Rose'schem Metall (S. 43) oder ähnlichen sehr leichtflüssigen Metallmischungen durch Gießen oder Abklatschen (S. 126) bildet; feines Relief-Netz durch aufgeleimten Tüll (Bobbinnet) darstellt; große und stark erhabene Ornamente aber durch Pressen aus mehrfach zusammengekleistertem Papiere oder Platten von gekratztem, theergetränktem Werg (chanvre imperméable der Franzosen) erzeugt. Im letztgenannten Falle sind die Preßformen zweitheilig — vertieftes Untertheil, Relief-Obertheil — sodaß die Rückseite der Papier- oder Werg-Ornamente hohl ausfällt. Das Papier wird in nassem Zustande, das Werg vor dem Eintrocknen des in ihm enthaltenen Theers, gepreßt. Man kann Hanf- und Flachs-Werg gebrauchen; ersteres giebt aber eine festere, zähere Masse: diese Ornamente sind sehr leicht, dauerhaft, selbst in der Nässe haltbar. — Das neuerlich in England zu ausgedehnter Anwendung im Bauwesen gelangte künstliche Holz (*patent wood, fibrous slab*) enthält etwa die Hälfte seines Gewichtes plastischen Thon, und besteht im Uebrigen größtentheils aus Werg (oder zerfasertem alten Tauwerk), woneben Eisenvitriol, Leim und ein wenig Asphalt vorhanden sind; letzteres scheint nur als Bindemittel zur Befestigung einer groben und äußerst lose gewebten Leinwand benutzt zu sein, mit welcher beide Flächen bekleidet sind. Das Fabrikat wird zu Täfelwerk ꝛc. gebraucht und kommt in Platten von 6 bis 25 ^{mm} Dicke bei zum Theil sehr beträchtlicher Größe (bis 4 ^{m} lang und 2 ^{m} breit) vor.

Viertes Kapitel.

Zusammenfügung der Holzarbeiten (Holzverbindungen).

Die Vereinigung der Bestandtheile bei Holzarbeiten geschieht: 1) durch Leim; 2) durch Nägel; 3) durch Schrauben; 4) durch Keile; 5) durch Reifen oder Bänder; 6) durch eigenthümliche Formung der Bestandtheile selbst, in welchem letzteren Falle oft noch überdies Leim, hölzerne oder eiserne Nägel, Keile, Schrauben oder eiserne Bänder zu Hülfe genommen werden.

I. Leimen (coller, *glueing*).

Guter Tischlerleim (colle forte, *glue*) läßt sich zwar am sichersten durch einen versuchsweisen Gebrauch erkennen, zeigt aber auch schon in seinem Aeußeren Eigenschaften, nach welchen er beim Einkauf beurtheilt werden kann. Er muß gleichförmig bräunlichgelb oder hellbraun, ohne Flecken, glänzend, klar durchscheinend, hart und spröde sein, an der Luft trocken bleiben, beim Biegen kurz abbrechen und glasartig glänzende Bruchflächen zeigen, in kaltem Wasser selbst nach mehreren Tagen bloß aufquellen und klebrig werden, ohne zu zergehen. Bricht er schieferig, so enthält er unvollständig zerkochte sehnige Theile, was — wenn es nicht zu sehr der Fall ist — ihn nicht gerade verwerflich macht. Dicke Tafeln schätzt man mehr als dünne, weil erstere, wenn sie übrigens völlig trocken und spröde sind, eine sichere Gewährleistung für gutes Trocknen des Leimes geben.

Man findet nicht selten Leim-Sorten, welche, obwohl im Ansehen einander völlig gleich, dennoch beim Gebrauch einen verschiedenen Grad von Güte offenbaren. Es ist deshalb empfohlen worden, als Anhaltspunkt für die Beurtheilung das Verhalten beim Einweichen in kaltem Wasser zu benutzen. Legt man nämlich den Leim 24 Stunden lang in eine reichliche Menge Wasser von ungefähr 15° C., so schwillt er beträchtlich an und schluckt eine Menge Wasser ein, welche das Fünffache bis Sechzehnfache seines eigenen Gewichtes beträgt. Je konsistenter und elastischer er in diesem aufgequollenen Zustande erscheint, desto fester bindet er beim Gebrauch, und je größer die Gewichtszunahme, desto ausgiebiger ist er, d. h. desto weiter reicht man mit einem bestimmten Gewichte Leim.

Die Zubereitung des Leimes geschieht auf die bekannte Weise, indem man ihn, in Stücke zerbrochen, einen Tag lang in Wasser weichen läßt, dann in der Leimpfanne mit der erforderlichen (nicht allgemein vorzuschreibenden) Menge Wasser auf Kohlenfeuer (nicht auf rauchendes Feuer von Hobelspänen u. dgl.) setzt, und zum gelinden Kochen erhitzt, bis er sich vollständig aufgelöst hat. Das Anbrennen muß durch Mäßigung der Hitze und Umrühren auf das Sorgfältigste verhütet werden. Langes Kochen schadet der Bindkraft des Leimes.

Einige empfehlen, den in kaltem Wasser erweichten Leim mit einer hölzernen Keule zu Brei zu zerstampfen, dann (mit Zusatz von etwas Wasser) in der Leimpfanne über Feuer zerfließen zu lassen. Dieses Verfahren hat gewiß den Nutzen, eine schnellere und vollständigere Auflösung zu bewirken. Die gewöhnliche Leimpfanne ist von Eisen oder Messing gegossen und von ziemlich bedeutender Wandstärke, damit sie die Wärme lange hält und folglich der Leim darin nicht zu schnell erstarrt. Sehr empfehlenswerth ist ein Leimtopf mit Dampfbad[1]) oder mit Wasserbad[2]). Letztere Einrichtung besteht aus dem messingenen, 4 bis 6 mm in der Wand dicken Leimgefäße, welches in ein Gefäß von Weißblech dergestalt eingehangen wird, daß es auf dessen Rand mit seinem eigenen nach außen umgekrempten Rande ruht und ringsum wie unten etwa 12 mm weit von demselben absteht: der Zwischenraum wird mit Wasser gefüllt, dessen Dampf oben zwischen den Rändern der beiden Gefäße einen nothdürftigen Ausgang findet. Beim Kochen des Leimes in diesem kleinen Apparate ist nie ein Anbrennen zu befürchten, weil der Inhalt des Leimtopfes durch das den letztern umgebende siedende Wasser nicht ein Mal ganz auf 100° C. erhitzt wird; nach dem Wegnehmen vom Feuer bleibt der Leim 1½ bis 2 Stunden so warm und flüssig, als zur Anwendung desselben nöthig ist. — Zum Aufstreichen des Leimes dient ein Borstenpinsel, der sehr dauerhaft gemacht sein muß. Man verfertigt denselben am besten so, daß man in dem Ende des hölzernen Stieles ein hinreichend weites und tiefes rundes Loch ausdreht; dieses Ende dann — so tief als das Loch geht — mit der Säge mehrmals kreuzweise einschneidet (damit mehrere schmale und etwas federnde Theile entstehen); die Borsten in kleinen Bündelchen an den Wurzelenden gleichstößt und in sehr heißes geschmolzenes Pech taucht; eine genügende Anzahl solcher Bündelchen zusammenlegt; das Ganze noch einmal in Pech taucht, in die Höhlung des Stieles stramm einschiebt, und letztern, soweit er aufgeschnitten ist, mit fest angezogenem ausgeglühten Eisendrahte bewickelt.

Das Verfahren beim Zusammenleimen von Holzstücken ist zwar sehr einfach, muß aber mit Aufmerksamkeit ausgeführt werden, wenn die Verbindung sehr fest und wenig bemerkbar sein soll. In letzterer Beziehung gilt als Regel, daß die Leimfuge fein und kaum sichtbar sein muß, was ein genaues Zusammenpassen der Bestandtheile und ein gehöriges Aneinanderpressen derselben während des Trocknens des Leimes voraussetzt. Eine dicke Leimfuge sieht nicht nur schlecht aus, sondern hält auch weniger fest. Man streicht den Leim, der weder zu dick noch zu dünn sein darf, schnell, gehörig heiß, dünn und gleichmäßig auf die Holzflächen, spannt letztere mit Schraubzwingen (S. 673), mit dem Leim- oder Schraubknechte (S. 674), erforderlichen Falles mit eigenen Pressen (S. 673, 674) fest zusammen und läßt sie so, bis der Leim getrocknet ist. Hat man dünne, schmale Holzblätter (Furnüre) irgendwo aufzuleimen, so genügt oft schon das Anreiben mit der Finne eines Hammers, und man braucht dann keine Schraubzwinge. Poröse Hölzer, welche den Leim stark einsaugen, werden zweckmäßig durch eine Leimtränke, d. h. durch Bestreichen mit sehr dünnem Leime (Leimwasser) vorbereitet und dann wie vorstehend behandelt. Auf Flächen, welche mit dem Zahnhobel (S. 711) etwas rauh gemacht sind, haftet der Leim besser, als auf sehr glatten, besonders wenn das Holz von dichtem Gefüge ist. Auf Hirnholz faßt er beim Aufstreichen gewöhnlich nicht so gut als auf Aderholz; man hilft hiergegen durch vorläufiges Reiben mit Knoblauch oder Befeuchten mit Branntwein. Fett, welches sich auf einer Leimfuge vor dem Aufstreichen des Leimes befindet, verhindert das feste Anhaften des letzteren, sodaß es in dieser Beziehung schon nachtheilig ist, die abgehobelten Fugen mit der Hand zu überfahren. Vortheilhaft ist es, die zu leimenden Theile vor dem Aufstreichen des Leimes an der Sonne, am Ofen oder durch Ueberfahren mit einem heißen Plätteisen zu erwärmen. Der Arbeitsraum darf jedenfalls nicht kalt sein.

Das Leimen, gut ausgeführt, giebt eine ungemein feste und dauerhafte (jedoch nicht heftigen Schlägen widerstehende) Verbindung; nur auf den sehr dichten Hölzern (wie Buchsbaum, Ebenholz, Pockholz) hält der Leim weniger gut. Nach darüber angestellten

---

[1]) Deutsche Gewerbezeitung 1862, S. 201. — Polyt. Centr. 1862, S. 1212.

[2]) Polyt. Journ., Bd. 100, S. 454. — Deutsche Gewerbezeitung 1846, S. 498. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1846, S. 639.

Versuchen kann man als mittleres Resultat annehmen, daß bei gut zusammengeleimten ebenen Flächen für jeden Quadrat-Millimeter Flächenraum zum Auseinanderreißen folgende Kräfte erforderlich sind, vorausgesetzt, daß die zerreißende Kraft rechtwinklig gegen die Leimfläche und ohne Stoß wirkt:

a) Wenn Hirn an Hirn geleimt ist:

Rothbuchenholz	1,50 kg
Weißbuchen	1,01 „
Eichen	1,22 „
Tannen	1,05 „
Ahorn	1,00 „

b) Wenn Aderholz an Aderholz liegt (wobei es einerlei ist, ob die Fasern der beiden Stücke parallel laufen oder sich kreuzen):

Weißbuchen	0,79 kg
Rothbuchen	0,78 „
Ahorn	0,63 „
Eichen	0,55 „
Tannen	0,24 „

Diese Zahlen sind natürlich nur Annäherungen zur Wahrheit und unterliegen sehr bedeutenden Schwankungen nach der Beschaffenheit des Leimes, dem Zustande der Atmosphäre ꝛc. Zu bemerken ist, daß Stücke, bei welchen Aderholz an Aderholz geleimt ist, oft im Holze selbst zerreißen, bevor der Leim nachgiebt. Dies ist dagegen nie der Fall, wenn Hirn an Hirn liegt, die zerreißende Kraft also in der Richtung der Fasern wirkt.

Wenn geleimte Gegenstände der Nässe ausgesetzt sind, so ist ein Zusatz von Leinölfirniß, in den heißen, nicht zu dünnen Leim eingerührt, vortheilhaft. Hierauf beruht die Zusammensetzung des folgenden bewährten Holzkittes, der vorzüglich zum Dichtmachen der Fugen an Fässern und andern für Flüssigkeiten bestimmten Gefäßen empfohlen zu werden verdient, da er der Einwirkung des Wassers vollkommen widersteht und sehr fest bindet. Man kocht 8 Theile Tischlerleim mit ungefähr 32 Theilen Wasser zu einem starken Leim, der sich, zwischen zwei Finger genommen, so dick wie Fett fühlen läßt; überhaupt von der Stärke, wie ihn der Tischler als starken Leim häufig gebraucht. Hat er diese Konsistenz erreicht und ist er vollkommen aufgelöst, so werden demselben 4½ Th. Leinölfirniß (auf die bekannte Weise durch Kochen von altem reinen Leinöl mit dem sechzehnten Theile gepulverter Bleiglätte bereitet) beigemischt, und wird das Ganze noch 2 bis 3 Minuten lang unter beständigem Umrühren gekocht. Mit dem so dargestellten heißen Kitte werden die Fugen des zu verkittenden Gegenstandes (welcher aus recht trockenem Holze bestehen muß und vor dem Aufstreichen erwärmt wird) bestrichen und dann durch Schraubzwingen oder auf andere geeignete Weise bis zum Trocknen des Kittes stark zusammengepreßt. Je älter der Firniß, desto besser wird der Kitt, daher man ersteren stets in Vorrath haben sollte. — Die Bindkraft und Zähigkeit des Leimes kann durch Zusatz erdartiger pulveriger Körper erhöht werden, z. B. indem man feingemahlene Kreide in den gekochten Leim einrührt (Kreideleim), welcher vorzüglichen Nutzen gewährt zur Befestigung von Metall auf Holz bei eingelegter Arbeit ꝛc. Der im Handel erscheinende russische Leim gehört hierher; er verdankt seine undurchsichtige weiße Farbe einer Beimischung von Zinkoxyd oder schwefelsaurem Bleioxyd (auch Bleiweiß) nebst Kreide, zusammen 4 bis 8 Prozent. Auch gelber Leim, mit Chromgelb versetzt, kommt vor.

Der sogenannte flüssige Leim (colle liquide) wird durch Zusatz von Salpetersäure zu einer gewöhnlichen Leimauflösung bereitet. Läßt man 100 Theile guten Leim in 100 bis 140 Th. Wasser über gelindem Feuer zergehen und fügt dann unter Umrühren allmälig 12 bis 16 Th. Scheidewasser (Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,32) hinzu, so erhält man eine Auflösung, welche stets flüssig bleibt, also kalt zum Leimen gebraucht werden kann, jedoch nicht so fest bindet als gewöhnlicher Leim. Besser ist das Verhältniß von 100 Leim, 100 bis 110 Wasser, 5½ bis 6 Scheidewasser; diese Mischung wird beim Erkalten fest, erlangt aber den zur Anwendung erforderlichen Grad von Flüssigkeit wenn man das Glas, worin sie sich befindet, in heißes Wasser setzt. Ein fester bindender flüssiger Leim ist mittelst Essigsäure (nicht Essig) darzustellen, indem man

hiervon 100 Th. mit 38 Th. gröblich gepulverten Leimes in einem verschlossenen Glase bei Sonnenschein oder an einer lauwarmen Stelle, auflöst. Nach einer anderen sehr gerühmten Vorschrift soll man 12 Theile in Stücke zerbrochenen Tischlerleim mit 32 Th. Wasser übergossen einige Stunden stehen lassen, dann 2 Th. Salzsäure nebst 3 Th. Zinkvitriol zusetzen und das Ganze durch 10 bis 12 Stunden in einer Wärme von 80 bis 87° C. erhalten. 4 Th. Leim mit 4 Th. starkem Essig, 1 Th. Weingeist und ein klein wenig Alaun aufgelöst, giebt einen bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Klebstoff, welcher zu leichten, wenig Festigkeit erfordernden Arbeiten sehr gut dienen kann, z. B. zur Befestigung von Perlmutter, Horn u. dgl. auf oder in Holz.

Eine sehr feste, der Nässe vollkommen widerstehende Verbindung zwischen Holz und Holz kann mittelst dicker weingeistiger Schellack-Auflösung erzielt werden, welche auf die zu vereinigenden Flächen statt Leim aufgestrichen wird, wonach man ein Stück Flor dazwischen legt und die Stücke bis zum Trocknen scharf an einander preßt. Die Verbindungsflächen in geschmolzenen Schellack zu tauchen und dann behende an einander zu drücken ist zwar ein schnelleres Verfahren, liefert aber eine weniger haltbare Vereinigung; wendet man dieses Mittel an, so ist es gut, ein klein wenig sehr fein zerzupfte Baumwolle in die Schellackbekleidung der einen Fugenfläche zu legen, bevor die Stücke vereinigt werden. (Vergl. S. 627). Man kann auch die Holzstücke mit einer Auflösung von Asphalt in Terpentinöl bestreichen, mit fein gepulvertem Schellack bestreuen, nach dem Abschütteln des nicht angeklebten Pulvers auf einander legen, kräftig zusammenpressen und in diesem Zustande stark (auf etwa 180° C.) erwärmen.

Schiffleim, Marine-Leim (glue-marine, *marine glue*) nennt man eine Zusammensetzung von Theeröl (Steinkohlenöl) und Schellack oder von Theeröl, Kautschuk und Schellack, welche als ein ungemein festbindendes Vereinigungsmittel für grobes Holzwerk beim Schiffbau ꝛc. gerühmt wird. Die beste Vorschrift zur Bereitung desselben soll folgende sein: Kleinzerschnittenes Kautschuk wird mit rektifizirtem Steinkohlentheeröl vom spezif. Gew. 0,8 befeuchtet, umgerührt und gelinde erwärmt. Wenn das Oel verschluckt ist und die Kautschukstücke sich aufgebläht haben, wird mit Zusatz von Theeröl portionenweise fortgefahren bis das Kautschuk aufgelöst ist (wozu auf 1 Theil Kautschuk 20 bis 25 Th. Oel erfordert werden); man drückt die Lösung durch Leinwand, erhitzt sie in einem Kessel und fügt Schellack so lange hinzu, bis eine herausgenommene Probe nach dem Erkalten die erfahrungsmäßig richtige Konsistenz zeigt.

Ein Holzkitt um Löcher, Fugen oder Spalte ꝛc. an Holzgegenständen auszugießen — wodurch das oft unvollkommene Ausbessern durch eingesetzte Holztheile umgangen wird — ist durch Zusammenschmelzen von 1 Th. Kolophonium mit 2 Th. gelbem Wachs und Einrühren von 2 Th. feingepulvertem gebrannten Ocher zu bereiten.

II. **Nageln** (clouer, *nailing*).

Man bedient sich gewöhnlich der eisernen Nägel (S. 482), von welchen die größten, bei Zimmermannsarbeiten gebräuchlichen, auch wohl Spitzbolzen genannt werden; und für kleine Arbeiten der Drahtstifte (S. 489). Für erstere wird meist (um das Holz nicht zu zersprengen) ein nicht zu großes Loch mit dem Nagelbohrer (S. 726) vorgebohrt, dessen Durchmesser höchstens zwei Drittel von der größten Dicke des Nagels betragen soll; für letztere (sowie auch oft für kleine Nägel) wird mit der Ahle (S. 693) vorgestochen. Das Einschlagen beider mit dem Hammer muß so geschehen, daß die Richtung des Schlages möglichst genau in die Achse des Nagels oder Stiftes fällt, weil sonst dieser sich biegt oder schief geht. Der Hammer muß eine flache und nicht zu große Bahn haben; für Drahtstifte gebraucht man am besten einen eigenen Stiftenhammer mit kreisrunder Bahn von 9 bis 12mm Durchmesser, der besondere Bequemlichkeit gewährt wenn er magnetisch gemacht ist, weil dann das Aufnehmen und Ansetzen der Stifte mittelst der Finger erspart wird. — In Fällen, wo zur Verbindung Drahtstifte angewendet werden, diese aber durch keinen der verbundenen Theile hindurchgehen können oder dürfen, gebraucht man die an beiden Enden zugespitzten Verbandstifte (S. 489).

Das Naßmachen der Nägel vor dem Einschlagen (gewöhnlich nur mittelst Durchziehens durch den Mund bei kleinen Sorten bewerkstelligt) kann in dreifacher Beziehung nützlich sein, nämlich durch Erleichterung des Gleitens beim Eintreiben, vermöge des

48*

Anquellens der bei Seite gedrängten Holztheile (welche sich sonach dichter um den Nagel anschließen), und endlich durch Beförderung des Festrostens, wiewohl bekanntlich ein starkes Rosten die Haftung der Nägel vermindert. — Man hat vorgeschlagen[1]), in das für den Nagel vorgebohrte Loch ein kleines Eisenkügelchen oder ein rundes Sandkorn zu werfen, welches die Spitze des eindringenden Nagels zwingt, sich zu krümmen und seitwärts ins Holz zu gehen, wodurch ein festeres Halten erreicht wird.

Zum Ausziehen unrichtig eingeschlagener oder aus anderen Gründen loszumachender Nägel benutzt man bekanntlich die Beißzange (S. 229). Außerdem dient hierbei die klauenförmig gespaltene Finne des Hammers, oder — wenn man statt des letzteren ein Beil zum Einschlagen gebraucht — ein Einschnitt oder ein Loch an diesem (S. 683); zum ersten Emporheben des Nagelkopfes von der Holzfläche, wohl auch das klauenartig gestaltete Ende des einen Schenkels der Zange selbst. Oefters hat man aber auch eigene Nägelzieher (tire-clou, arrache-clous, *nail-claw, claw, clow, claw wrench*)[2]), welche aus einem runden, an einem Ende platten, etwas gekrümmten und aufgespaltenen, verstählten Eisenstabe bestehen; ja zum Ausziehen großer sehr fest sitzender Nägel sogar eine zusammengesetztere, durch eine Schraube wirkende mechanische Vorrichtung[3]).

In gewissen Fällen bedient man sich hölzerner Nägel oder Bolzen, Döbel, Dippel, Dübel, Dübbel (chevilles, goujons, gougeons, *dowels, treenails, trenails, trennels*), welche rund und etwas verjüngt zugeschnitten, in vorgebohrte Löcher fest eingetrieben und an beiden Enden in gleicher Ebene mit der Holzfläche abgestochen werden. Gewöhnlich bestreicht man sie vor dem Einschlagen mit Leim. Auch zylindrische hölzerne Nägel kommen vor; diese werden am leichtesten und regelmäßigsten mit dem (S. 692) beschriebenen Döbeleisen verfertigt.

Die Kraft, mit welcher eiserne Nägel im Holze festhalten und welche sie also dem Ausziehen entgegensetzen, hängt natürlich ab von der Beschaffenheit des Holzes, von der Richtung, in welcher sie eingeschlagen sind (ob nach dem Laufe der Fasern oder quer gegen dieselben), von ihrer Dicke und von der Länge des im Holze befindlichen Theiles. Das Vorbohren eines Loches vermindert die Haltkraft der Nägel nur dann, wenn jenes zu tief oder zu weit war; ein Loch, welches nur halb so tief ist als der Nagel eindringt, und dessen Durchmesser die Hälfte von der Dicke des Nagels beträgt, äußert noch keinen merklichen Einfluß. Sitzen die Nägel lange Zeit im Holze, so haften sie durch den auf ihnen entstehenden Rost fester als anfangs, vorausgesetzt jedoch, daß noch nicht die Bildung einer sehr bedeutenden Rostschicht stattgefunden hat (welche umgekehrt das Losgehen des Nagels erleichtert), oder das Holz durch Alter morsch geworden ist. Versuche mit Nägeln, welche in verschiedene Holzarten eingetrieben und bald nachher durch angehängte Gewichte wieder ausgezogen wurden, lehrten Folgendes:

---

[1]) Polyt. Centr. 1859, S. 933.

[2]) Technolog. Encyklopädie, Bd. IX., S. 564.

[3]) Berliner Gewerbe-Blatt, Bd. 8 (1843), S. 235. Polyt. — Centr 1862, S. 1327.

Gattungen der Nägel.			Namen der Holzarten.	Länge des im Holze befindlichen Theiles, Millimeter.	Durchschnittliche zum Ausziehen nöthige Kraft.	
Namen.	Länge, Millim.	Stück auf 1 Kilogr.			In der Richtung der Fasern, Kilogr.	Quer gegen die Fasern, Kilogr.
Leistnägel	122	34	Tannen . . .	12	18,5	26,0
			"	24	58,0	122
			"	49	166	276
			"	73	256	. . .
			Linden	12	23,5	40,5
			"	24	61,0	105
			"	49	149	285
			Eichen	12	70,0	112
			"	24	167	250
			Rothbuchen . .	12	43,5	72,5
			"	24	120	197
			Weißbuchen . .	12	41,5	60,0
			"	24	129	199
			"	37	252	. . .
Bodennägel .	103	68	Tannen . . .	24	54,0	105
			"	49	160	276
			Linden	24	55,6	104
			"	49	133	272
			Eichen	24	153	210
			Rothbuchen . .	24	113	169
			Weißbuchen .	24	141	208
Halbe Lattennägel .	73	180	Tannen . . .	24	41,0	76,5
			Linden	24	37,5	80,0
			Eichen	24	133	198
			Rothbuchen . .	24	77,5	113
			Weißbuchen .	24	106	133
Schloßnägel .	40	534	Tannen . . .	24	40,0	68,5
			Linden	24	46,0	80,0
			Weißbuchen .	24	86,0	124
Eiserne Drahtstifte	58 (2,9 Millim. dick)	326	Eichen	24	66,0	97,0
			Rothbuchen . .	24	68,0	87,5
			Weißbuchen .	12	50,0	53,5
			"	24	88,5	98,5
			"	37	122	150
	37 (1,8 Millim. dick)	1310	Tannen . . .	24	24,5	30,0
			Linden	24	28,5	33,5
			Eichen	24	49,5	68,5
			Rothbuchen .	24	44,5	73,0
			Weißbuchen .	24	60,0	74,5

Allgemeine Resultate, welche sich aus diesen Versuchen ergeben, sind folgende: 1) Nägel halten in Tannen- und Lindenholz durchschnittlich gleich fest. Von der Hirnseite (nach der Richtung der Fasern) eingeschlagen, halten sie in Eichenholz 3 Mal, in Weißbuchenholz 2 bis $2^1/_2$ Mal, in Rothbuchenholz 2 Mal so fest, als in Tannenholz. Quer gegen die Fasern ist ihre Haltkraft in Eichen- und Weißbuchenholz etwa 2 Mal, in Rothbuchenholz ungefähr $1^1/_2$ Mal so groß, als in Tannenholz. — 2) In Querholz halten die Nägel überhaupt bedeutend besser als in Längenholz; das Verhältniß in dieser Beziehung ist durchschnittlich bei Lindenholz wie 1 : 1,9; bei Tannen wie 1 : 1,8; bei Rothbuchen wie 1 : 1,6; bei Eichen und Weißbuchen wie 1 : 1,4. Man sieht, daß, je dichter das Holz, desto geringer der Unterschied zwischen den beiden Richtungen ist. — 3) Wegen der keilförmigen Gestalt der Nägel nimmt die Haltkraft eines und desselben Nagels in größerem Verhältnisse zu, als die Tiefe, auf welche er in das Holz eingetrieben wird. Ein genauer mathematischer Ausdruck für diese Beziehung möchte sich auf eine den praktischen Umständen entsprechende Weise kaum aufstellen lassen, da so Vieles von der Art und sonstigen Beschaffenheit des Holzes, von der Richtung des Nagels gegen die Fasern, von der Rauhigkeit und der mehr oder weniger schlanken Gestalt der Nägel abhängt. Die Versuche haben ergeben, daß durchschnittlich die Haltkraft den Zahlen

1   1,75   2,7   6,0   8,2   13,6

gleichgesetzt werden kann, wenn die Tiefen, zu welchen die Nägel im Holze stecken, durch

1   $1^1/_2$ 2   3   4   6

ausgedrückt sind. Dividirt man die Zahlen der oberen Reihe durch jene der unteren, so erhält man die Quotienten

1   1,17   1,35   2,0   2,1   2,2,

welche sichtbar machen, daß das Verhältniß der Haltkraft zur Tiefe immerfort, wiewohl langsam, steigt. Die Ursache liegt offenbar in der nach oben zunehmenden Dicke der Nägel, indem jeder folgende gleich lange Theil die Holzfasern mehr zusammendrückt, folglich ihren Widerstand vermehrt, auch eine größere Oberfläche der Berührung mit dem Holze darbietet. — 4) Bei gleich tief eingeschlagenen Nägeln ist deren Dicke auf die Haltkraft natürlich von entschiedenem Einflusse, weil davon die Größe der Berührungsfläche mit dem Holze abhängt, und, unter übrigens gleichen Umständen, von der Ausdehnung jener Fläche die Haltkraft bestimmt wird. Mit einer hier hinreichenden Genauigkeit kann man die Nägel als völlig pyramidal annehmen, wiewohl sie es eigentlich nicht sind, da die Verjüngung nicht in allen Theilen der Länge gleich ist. Nun findet man, unter jener Voraussetzung, die Oberfläche des eingedrungenen Theiles des Nagels, wenn man dessen halben Umfang (Summe der Breite und Dicke), an der Oberfläche des Holzes gemessen, mit der im Holze befindlichen Länge multiplizirt. Dividirt man durch dieses Produkt (in Quadratmillimetern ausgedrückt) die Haltkraft des Nagels, so ergiebt sich die Haltkraft für einen Quadratmillimeter Nagelfläche, welche als die zwischen dem Holze und dem Nagel stattfindende Reibung anzusehen ist. Durch die in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen ist gefunden worden, daß die Haltkraft für einen Quadratmillimeter Nagelfläche durch folgende Zahlen in Kilogrammen durchschnittlich ausgedrückt werden kann.

	Wenn die Nägel eingeschlagen sind	
	von der Hirnseite:	quer gegen die Fasern:
Bei Tannenholz	0,36	0,63
„ Lindenholz	0,36	0,67
„ Rothbuchenholz	0,68	1,07
„ Weißbuchenholz	0,83	1,17
„ Eichenholz	1,03	1,41

Mit Hülfe dieser Zahlen kann man, mit einer in den meisten Fällen befriedigenden Annäherung, die Kraft berechnen, welche ein gegebener Nagel zum Ausziehen erfordert. Man hat nämlich nur die Tiefe, auf welche der Nagel eingeschlagen wird (in Millimetern) zu multipliziren mit der Summe seiner Breite und Dicke (an der Stelle, wo er aus dem Holze tritt, gemessen); und dann noch mit der zugehörigen Zahl aus vorstehender kleinen Tabelle: das Produkt giebt in Kilogrammen das gesuchte Resultat. Man darf allerdings hierbei nicht eine ganz große Genauigkeit erwarten; allein in den Fällen, wo man etwa eine solche Rechnung für den praktischen Gebrauch anstellt, wird man ohnehin den Nägeln stets viel weniger Last zutheilen als die Rechnung ergiebt, und dadurch hinreichend sicher gehen.

Resultate von Versuchen mit verschieden geformten großen Nägelgattungen, welche den eben angeführten nicht wohl vergleichbar sind, finden sich an unten angezeigten Orten [1]).

Die Drahtstifte halten in Lindenholz etwa ebenso fest, in Eichen und Rothbuchen 2 Mal, in Weißbuchen $2^1/_2$ Mal so fest, als in Tannenholz, was man indessen nur als eine ungefähre Bestimmung annehmen kann, da die Versuche hierüber weniger zahlreich waren, als jene mit Nägeln. Zwischen Hirnholz und Querholz ist das Verhältniß der Haltkraft ungefähr bei Tannen, Linden und Weißbuchen wie 1 : 1,2, bei Rothbuchen und Eichen wie 1 : 1,4. Bei einem und demselben Stifte scheint die Haltkraft sehr nahe in dem einfachen und geraden Verhältnisse der im Holze befindlichen Länge zu stehen, was nach der zylindrischen Gestalt erwartet werden kann. Bei gleich tief eingeschlagenen Stiften von verschiedener Dicke sollte, der Theorie nach, die Haltkraft in dem Verhältnisse des Umkreises, also des Durchmessers, stehen. Die Durchmesser der beiden versuchten Sorten verhalten sich wie 1 : 1,6; für die Haltkraft folgt aber aus den Versuchen nur das Verhältniß von 1 : 1,2 bis 1 : 1,5; ohne Zweifel deshalb, weil bei dem Mangel der keilförmigen Gestalt jeder nachkommende Theil des in das Holz eindringenden Stiftes das Loch schon ganz gemacht findet, also sich nicht so fest einpreßt, wie ein Nagel. Aus demselben Grunde ist die für einen Quadratmillimeter Berührungsfläche gefundene Haltkraft hier zwei bis drei Mal kleiner als bei Nägeln, und beträgt etwa in Hirnholz: bei Tannen 0,17 kg, Linden 0,20, Rothbuchen 0,30, Eichen 0,32, Weißbuchen 0,40; in Querholz: bei Tannen 0,21, Linden 0,23, Rothbuchen und Eichen 0,46, Weißbuchen 0,47. Es erhellt hieraus der große Vorzug der Nägel vor den Drahtstiften, in Bezug auf das Festhalten im Holze. — Alles Vorstehende betrifft die gewöhnlichen runden Drahtstifte; die vierkantigen und die vierkantigen gewundenen Stifte (von welchen namentlich die letzteren entschieden fester im Holze halten) sind keiner Untersuchung bis jetzt unterworfen worden.

Die zum Eintreiben eines Nagels nöthige Kraft (in der Weise eines ruhig drückenden Gewichtes ohne Stoß oder Schlag angewendet) soll sich zu jener, welche den Nagel wieder ausreißt, etwa wie 6 zu 5 verhalten.

III. Zusammenschrauben.

Ueber die Beschaffenheit der in Holz zu gebrauchenden eisernen (selten messingenen) Schrauben ist das Nöthige S. 312, 315 vorgekommen. Man schraubt sie ein oder aus mittelst des Schraubenziehers (S. 405), der an seinem Hefte mit der Hand bewegt oder in eine Bohrwinde, S. 729, eingesteckt wird. Da sie in einem vorgebohrten glatten Loche die Gewindgänge selbst erst einzuschneiden haben, und deshalb ihr erstes Einschrauben oft bedeutende Kraft erfordert, so versieht man zuweilen den Schraubenzieher mit einem langen für beide Hände bestimmten Quergriffe, ja sogar mit einer Art Zange, welche den Schraubenkopf in solcher Weise faßt, daß das Ausgleiten der in dem Kopfeinschnitt stehenden Kante unmöglich wird [2]). Schrauben geben, ihrer Natur nach, eine viel festere Verbindung als Nägel, weil die letzteren nur vermöge der Reibung halten, wogegen beim Ausziehen einer Schraube (ohne Umdrehung derselben) die zwischen dem Gewinde sitzenden Holztheile weggerissen werden müssen.

Aus hierüber angestellten Versuchen hat sich Folgendes ergeben, wobei zu bemerken ist, daß die Schrauben, mit Vorbohrung eines Loches von der gerade erforderlichen Größe, auf die angegebene Tiefe eingeschraubt und durch angehängte Gewichte ausgerissen wurden.

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 66, S. 7. — Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. II. (1856), S. 173; Bd. VI. (1860), S. 41. — Polyt. Centr. 1860, S. 873.

[2]) Mittheilungen, Lief. 16 (1838), S. 184; Lief. 22 (1840), S. 112, 113; Jahrg. 1860, S. 249. — Polyt. Centr. 1839, Bd. 1, S. 297; 1841, Bd. 2, S. 884, 885; 1853, S. 1104; 1861, S. 437. — Schweiz. Z. 1861, S. 7.

Beschaffenheit der Schrauben			Benennung der Holzarten	Länge der Schraube im Holze, Millim.	Durchschnittliche zum Ausreißen nöthige Kraft	
Dicke sammt dem Gewinde, Millim.	Tiefe des Gewindes, Millim.	Zahl der Schraubengänge auf 24 mm Länge			Nach der Richtung der Fasern, Kilogr.	Quer gegen die Fasern, Kilogr.
5,6	1,22	12	Tannen . . .	12	93,5	139
			Linden	12	132	185
			Weißbuchen .	12	199	. . . .
			Rothbuchen .	12	143	205
			Eichen	12	170	194
4,1	0,97	15	Tannen . . .	6	38,5	55,0
			"	12	67,0	111
			Weißbuchen .	6	71,5	118
			"	12	140	228
1,95	0,49	27	Weißbuchen .	6	33,0	50,0

Man sieht hiernach, daß die Schrauben in Lindenholz 1,4 Mal, in Rothbuchen 1,5 Mal, in Eichen etwa 1,6 Mal, in Weißbuchen 2 Mal so fest halten, als in Tannenholz. Bei einem und demselben Holze ist ihre Haltkraft größer, wenn sie quer gegen die Fasern, als wenn sie parallel zu denselben eingeschraubt sind, und zwar im Verhältnisse von 1,14 : 1 bei Eichen, 1,4 : 1 bei Tannen, Linden und Rothbuchen, 1,6 : 1 bei Weißbuchen. Die Kraft, welche zum Ausreißen einer Schraube erfordert wird, hängt (bei gleicher Beschaffenheit des Holzes) von deren Dicke und von der im Holze befindlichen Länge ab. Die Tiefe und Anzahl der Schraubengänge hat keinen bemerkbaren Einfluß, wenn (wie bei allen guten Holzschrauben der Fall ist) die Gewinde dünn, weit auseinander liegend und verhältnißmäßig tief sind. Man kann daher die Haltkraft einer solchen Schraube berechnen, wenn man ihren Durchmesser (einschließlich des Gewindes) mit der im Holze steckenden Länge — beide in Millimetern ausgedrückt — und dieses Produkt noch mit einem beständigen Faktor multiplizirt, welcher beträgt für:

Tannen	Längenholz	1,41	Querholz	2,12
Linden	"	1,92	"	2,71
Weißbuchen . . .	"	2,84	"	4,92
Rothbuchen . . .	"	2,11	"	2,99
Eichen	"	2,50	"	2,85

Das Resultat ergiebt sich in Kilogrammen.

Versuche mit einigen stärkeren Schraubensorten, von Kaven angestellt, ergaben Folgendes:

Dicke sammt dem Gewinde, Millim.	Länge des mit Gewinde versehenen eingeschraubten Theiles, Millim.	Zahl der Gewindgänge auf dieser Länge	Zum Ausreißen erforderliche Kraft, quer gegen die Fasern.	
			Kiefernholz, Kilogr.	Eichenholz, Kilogr.
6,1	24,3	10	340	466
9,7	46,2	13	773	1163
7,5	58,4	17	831	1318
8,3	75,5	22	1037	1771
10,5	75,5	17	1276	—

Hiernach würde der beständige Faktor (in obigem Sinne) für Kiefernholz = 1,83, für Eichenholz = 2,89 (fast genau übereinstimmend mit meinem vorstehenden Resultate) anzunehmen sein.

In einzelnen Fällen mag es sich empfehlen, nach einem gemachten Vorschlage [1]) die Mutter für Holzschrauben durch eingegossenes Blei herzustellen.

Zur Verbindung großer Holzstücke (bei Zimmerwerks-Arbeiten, Maschinengestellen) wendet man Schraubbolzen an, welche aus Rundeisen oder achtkantigem Eisen (S. 141) gemacht sind, an einem Ende einen starken flachen Kopf, am anderen ein Schraubengewinde haben. Man bohrt durch das Holz ein Loch von solcher Weite, daß der Bolzen sich durch Hammerschläge eintreiben läßt, bis der Kopf aufliegt; auf das an der andern Seite hervorragende Schraubengewinde wird sodann eine eiserne Mutter aufgeschraubt. Damit der Kopf und die Mutter sich nicht in das Holz eindrücken, legt man unter beide eine in der Mitte (für den Durchgang des Bolzens) durchlochte Eisenblech-Scheibe. Eine praktische Regel schreibt vor, daß die Mutter eben so dick sein solle wie der Bolzen, und die Länge des Schraubengewindes dreimal so groß als jene Dicke. Nach dem Zusammenschrauben soll sich die Mutter ungefähr mitten auf dem Gewinde befinden, damit noch ein gehöriger Theil des letzteren hervorrage, und man auch im Stande sei, die Mutter nachzuschrauben, wenn das Holz durch Austrocknung schwindet. Manchmal giebt man den Bolzen keinen Kopf, sondern an jedem Ende eine Schraubenmutter.

Endlich ist, wenigstens mit kurzer Hinweisung, derjenigen Fälle zu gedenken, wo Schraubengewinde auf und in dem Holze der zu verbindenden Bestandtheile selbst ausgearbeitet werden; z. B. bei Büchsen u. dgl. mit aufzuschraubenden Deckeln. Sofern hierbei eine stets dauernde Befestigung der Bestandtheile an einander beabsichtigt wird (wie die eines Stockes an seinem Knopfe), versieht man die Gewinde vor dem Zusammenschrauben mit Leim.

IV. Verkeilen.

Keile zum Zusammenhalten von Holzstücken werden auf verschiedene Weise angewendet, wovon sich weiter unten Beispiele ergeben werden. Man gebraucht theils hölzerne Keile, theils eiserne; das letztere ist insbesondere bei den Keilbolzen, Splintbolzen, der Fall, welche bei Zimmerwerks-Arbeiten öfters statt der Schraubbolzen angewendet werden und sich von diesen durch den Mangel des Schraubengewindes und der Mutter unterscheiden. Statt dessen ist das dem Kopfe entgegengesetzte Ende quer durch mit einem Loche versehen, in welches ein eiserner Keil (ein Splint, eine Schließe) eingetrieben wird.

V. Verbindung durch Reifen und Bänder.

Die eisernen, kupfernen und hölzernen Reifen an Fässern und anderen Böttcherarbeiten, sowie die Radreifen, gehören hierher. Bei Holzverbindungen an Zimmerarbeiten kommen oft eiserne Bänder (Ziehbänder, Zugbänder) vor, welche man rings um verbundene Holzstücke legt, um dieselben fester zusammenzuhalten. Können sie hier nicht vom Ende heraufgetrieben werden, folglich nicht ringförmig geschweißt sein, so hilft man sich auf mancherlei Weise. Entweder wird eine flache eiserne Schiene herumgebogen, deren Enden dann durch eine Schraube 2c. verbunden werden; oder man macht das Band aus zwei durch ein Scharnier verbundenen Theilen, und schraubt dessen Enden wie vorher zusammen; oder man bildet auch die Enden scharnierartig, läßt sie in einander greifen, und verbindet sie mittelst eines durchgeschobenen eisernen Stiftes; oder man legt um vierkantiges Holz vier starke vierkantige

[1]) Polyt. Journ., Bd. 132, S. 174.



Bolzen, deren jeder an einem Ende ein Oehr, am anderen Ende ein Loch mit einem Keile (Splint) besitzt, sodaß man sie wechselweise in einander stecken und zusammenschließen kann, um so eine aus vier Hauptheilen bestehende Umfassung zu bilden. Statt der Splinte können auch Schraubenmuttern angewendet werden, wo dann jeder Bolzen einerseits ein Oehr, andererseits einige Schraubengänge erhält. — Das Umlegen mit geschweißten eisernen Ringen wird oft als Mittel gebraucht, um das Aufreißen (Spalten) dicker Holzstücke (Wellbäume, Pfahlköpfe u. dgl.) zu verhindern, und gehört in diesem Falle nur uneigentlich hierher. Solche Ringe treibt man in erhitztem Zustande gewaltsam auf, damit sie durch ihre beim Erkalten stattfindende Zusammenziehung sich äußerst fest an den Umkreis des Holzes anschließen. Wie solche Ringe auch ohne Erhitzung (durch Zusammendrückung mittelst eines umgelegten Stahlbandes) aufgezogen werden können, wurde bereits auf S. 387 beschrieben.

VI. Verbindung durch eigenthümliche Formung der Bestandtheile.

Fast in allen Fällen, wo man die bisher angeführten Verbindungsmittel anwendet, und durch dieselben eine sehr feste Vereinigung erlangen will, reicht es hin, die Flächen der Bestandtheile geradezu auf einander zu legen; meistentheils läßt man vielmehr die zu verbindenden Theile vermittelst daran ausgearbeiteter Vorsprünge und Vertiefungen in einander greifen, um sicherer ihrer Verschiebung und Trennung durch äußere Gewalt, sowie durch die im Holze selbst (beim Quellen und Schwinden) vorgehenden Veränderungen vorzubeugen. Oft beruht sogar das Zusammenhalten der Theile einzig auf einem solchen Ineinandergreifen, ohne weiteres Hülfsmittel. Man begreift oft unter der Lehre von den Holzverbindungen (assemblages, *joints*) insbesondere die Darstellung dieser wichtigsten und zahlreichsten Klasse von Zusammenfügungen, deren Verfertigung alle Geschicklichkeit und Sorgfalt des Arbeiters in Anspruch nimmt, wenn die Verbindung schön (besonders ohne zu sichtbare Fugen), fest und dauerhaft sein soll.

Wir werden uns hauptsächlich mit den bei Tischlerarbeiten vorkommenden Holzverbindungen beschäftigen, und z. B. die der Zimmerkunst anheim fallenden (mehr in das Gebiet der Baukunst gehörigen) nur namentlich anführen. Dabei wird sich gelegentlich die Erwähnung einiger eigenthümlicher Werkzeuge anschließen lassen, welche außer dem Stemm- und Stechzeug, den Sägen, Bohrern &c., gebraucht werden, um die Bestandtheile nach der zur Verbindung erforderlichen Gestalt auszuarbeiten.

A. Holzverbindungen bei Tischlerarbeiten [1]).

a) Zusammenfügungen nach der Länge (Holzverlängerungen, rallongement, *lengthening*). Zweck: Aneinanderfügung zweier oder mehrerer Holzstücke an ihren Enden, um somit ein längeres Stück darzustellen; was indessen bei Tischlerarbeit verhältnißmäßig selten vorkommt.

1) Mit Schwalbenschwanz (queue d'aronde, *dovetail*). Die Hirnseite des einen Stückes erhält durch die ganze Dicke einen Ausschnitt von der bekannten schwalbenschwanzförmigen (Trapez-) Gestalt, auch zwei oder mehrere solche Ausschnitte; das andere Stück entsprechende Hervorragungen, welche in jene passen.

2) Mit gedecktem Schwalbenschwanz (assemblage à patte et à queue d'aronde). Der Schwalbenschwanz nimmt nur die Hälfte der Dicke ein, und in der

---

[1]) Chr. L. Seebaß, die Tischlerkunst, 4. Leipzig, S. 28. — Dictionnaire technologique, 8. Paris, Tome 13, p. 230. — Nosban, Manuel du menuisier, Tome I., Paris 1829, p. 297. — Paulin Desormeaux, Art du menuisier, 4. Paris 1829, p. 114.

andern Hälfte stoßen die beiden Stücke Hirn an Hirn mit einer geraden Querfuge stumpf an einander.

3) Mit Nuthzapfen und Schwalbenschwänzen. Die beiden Stücke greifen auf eine gewisse Länge mit der halben Dicke über einander; die Hirnenden sind wieder zur Hälfte ihrer Dicke über die ganze Breite von außen her abgesetzt, und bilden jedes einen sogenannten Zapfen (tenon, *tenon*), welcher eine gleichgestaltete Aushöhlung (Nuth) des andern Stückes füllt; die auf einander liegenden breiten Flächen der zwei Holzstücke greifen mit Schwalbenschwänzen in einander.

4) Mit Nuthzapfen und Keil (trait de Jupiter, *scarf and key*). Die Form der Theile einschließlich ihrer Zapfen (welche aber hier ein Drittel der Gesammt-Holzdicke einnehmen) ist ähnlich wie bei Nr. 3; jedoch fehlen die Schwalbenschwänze, dagegen geht quer mitten durch die Längenfuge ein Keilloch, in welches ein einfacher oder doppelter Keil (clef, *key*) eingeschlagen wird, der die Zapfen kräftig in die Nuthen eintreibt, und dessen hervorragende Enden nachher in der Ebene der äußeren Holzfläche abgesägt oder weggestochen werden. Diese Verbindung wird z. B. bei Treppenwangen angewendet.

b) Zusammenfügungen nach der Breite (um z. B. mehrere Dielen zu einer Tafel zu vereinigen). Dabei laufen die Fasern der vereinigten Stücke parallel.

5) Stumpfe geleimte Fuge (joint plat). Die mit der Fugbank (S. 709) recht gerade abgerichteten Kanten der Dielen werden flach an einander gelegt und durch Leim verbunden. Bei Tischblättern und dgl. üblich, sofern diese Arbeiten im Gebrauch nicht der Nässe ausgesetzt sind.

6) Verbindung mit Nuth und Feder (assemblage à rainure et languette, *groove and tongue-joint*). Unter Nuth (rainure, *groove*) versteht man eine rechtwinklige Furche oder Rinne, welche in dem gegenwärtigen Falle mitten auf der Kante des einen Bretes, nach der ganzen Länge desselben hinlaufend, angebracht wird. Die Feder (languette, *tongue*) ist eine auf der Kante das andern Bretes befindliche, das mittlere Drittel der Kantenbreite einnehmende, der Nuth gleichgestaltete und in dieselbe genau passende, leistenförmige Hervorragung. Nuth und Feder werden durch Leim verbunden, und man sieht ihre Gestalt natürlich nur an den Hirnenden, dagegen auf jeder der zwei Flächen des Holzes nur eine einfache gerade Fuge. Sind mehrere Breter auf diese Weise zu verbinden, so erhält jedes derselben auf einer Kante eine Nuth, auf der andern eine Feder; die beiden äußersten ausgenommen, von welchen das eine bloß eine Nuth, das andere bloß eine Feder bekommt. Man sagt von den auf solche Weise verbundenen Holztheilen, sie seien genuthet (rainé, *grooved*) und gefedert (languetté, *tongued*). Nuth und Feder können übrigens auf verschiedene Weise angewendet werden. In dem einfachsten Falle wird die Kante des einen Bretes mit der Nuth versehen, und auf der Kante des andern die Feder (der Spund) aus dem vollen Holze ausgearbeitet. Dieses Verfahren (Spunden, bouveter, genannt), welches bei Fußböden geringerer Art, Tischblättern und manchen anderen Arbeiten üblich ist, giebt zwar eine dichtere und haltbarere Verbindung, als das stumpfe Zusammenleimen (Nr. 5), sichert aber nicht gegen das Werfen des Holzes, weil die Richtung des Faserlaufes in allen Theilen gleich ist, gestattet kein sehr genaues Aneinanderpassen der Hölzer (d. h. giebt keine ganz feine Leimfuge), und hat den Nachtheil, daß die nutzbare Breite der Dielen um die Breite des Spundes verringert wird. Aus letzteren beiden Gründen ändert man es oft auf die Weise ab, daß man beiden Dielen eine Nuth giebt, und zwischen dieselben die Feder als eine besonders zugeschnittene und mit der Rauhbank gehörig behobelte Leiste einlegt. Sofern eine solche eingelegte Feder (languette rapportée) aus Längenholz — im Faserlaufe übereinstimmend mit den zu verbindenden Dielen — geschnitten wird, vermindert sie nicht die Gefahr des Werfens. Die beste Art (welche bei guten Fußböden, bei Hausthüren, manchmal bei Tischblättern u. s. w. angewendet wird) besteht deshalb darin, die wie vorhin eingelegte Feder aus Querholz zu schneiden, so daß ihre Fasern gegen jene der verbundenen Dielen rechtwinklig liegen (Hirnfeder); denn

hierdurch läßt sich in gewissem Grade dem Werfen der Holzfläche entgegenwirken (S. 627). — Da bei der Verbindung durch eine eingelegte Feder überhaupt, die Dielen-Kanten vor dem Nuthen sehr gerade und eben abgefügt werden können, so ist man im Stande, die sichtbare Leimfuge äußerst fein zu erhalten.

Zur Ausarbeitung gespundeter Dielen dienen die Spundhobel (bouvets, *grooving planes, slit-deal planes*)[1]), welche paarweise zusammengehören, nämlich ein Nuthhobel (bouvet à rainûre, bouvet femelle, *grooving plane*) und ein Federhobel, Spundhobel (bouvet à languette, bouvet mâle, *tongue-plane*). Beide unterscheiden sich von einander wesentlich nur durch die Gestalt des Eisens (*grooving iron*) und der Sohle. Bei dem Nuthhobel ist das Eisen nur so breit an der Schneide, als die Nuth ausfallen soll, und die Sohle noch etwas schmäler, aber (damit sie demungeachtet gehörige Festigkeit besitzt) aus einer in den hölzernen Kasten eingelassenen eisernen Schiene (Zunge, languette) gebildet. An dem Spundhobel oder Federhobel hat das Eisen in der Mitte seiner Schneide einen tiefen Ausschnitt, wodurch es gabelartig in zwei gerade Schneiden getheilt erscheint, welche zu beiden Seiten das Holz wegarbeiten, zwischen sich aber eine den Spund bildende Hervorragung unversehrt stehen lassen; oder es werden zwei getrennte, in dem entsprechenden Abstande neben einander stehende Eisen angebracht. Beide Hobel sind mit einem Backen (joue) an einer Seite versehen, wodurch sie ohne Mühe in unveränderlicher gerader Richtung längs der Diele fortgeführt werden können. Zu großer Arbeit hat man einen langen Spundhobel, der von zwei Arbeitern an Handgriffen bewegt wird und Nuth- und Federeisen neben einander enthält, jedoch mit der Schneide nach entgegengesetzten Richtungen gestellt. Dieser Hobel bearbeitet demnach zwei Dielen zugleich, giebt der einen die Nuth, der andern die Feder, und schneidet mit dem einen Eisen im Vorwärtsgehen, mit dem andern im Zurückgehen. Eine andere eigenthümliche Einrichtung besteht darin, daß der Federhobel, durch Bedeckung der einen seiner zwei Schneiden mittelst einer aufgeschobenen Leiste, als Nuthhobel brauchbar, folglich der besondere Nuthhobel überflüssig gemacht wird[2]).

Zum Nuthen (rainer, *grooving*) solcher Dielen, welche mittelst eingelegter Federn verbunden werden, wendet man entweder den schon beschriebenen Nuthhobel an, oder einen andern, der aus zwei Theilen besteht, indem der Backen oder Anschlag (*fence*) von dem Hobelkasten getrennt ist, und durch zwei hölzerne Schrauben mit doppelten Muttern (seltener durch vierkantige Riegel, *stem*, mit Keilen) in größere oder geringere Entfernung von demselben gestellt werden kann, so daß es möglich wird, der Nuth einen beliebigen Abstand von dem Rande der Diele zu geben (Nuthhobel mit Stellung, bouvet brisé, bouvet de deux pièces, bouvet à écartement, *plough, screw plough*)[3]). Man hat immer zu einem solchen Hobel einen Satz von acht oder zwölf Stück verschieden breiter Nutheisen (*plough bit*), von welchen man das der beabsichtigten Breite der Nuth entsprechende auswählt und in den Kasten einsetzt. Die Tiefe der Nuth wird entweder durch die Höhe der Zunge (s. oben) für alle Mal bestimmt, oder man versieht den Hobelkasten mit einem beweglichen eisernen Anlauf (*stop*), welcher, je nach der ihm gegebenen Stellung, das Eindringen des Eisens über eine gewisse Tiefe verhindert. Auf diese Weise können also Nuthen von beliebiger Tiefe mit dem nämlichen Hobel hervorgebracht werden (bouvet à approfondir).

Zum Zuschneiden der einzulegenden Federn aus einem in der passenden Dicke gehobelten Brete bedient man sich vortheilhaft (statt der Säge) eines mit messerartigem Schneideisen versehenen Werkzeuges — (Federschlitzer)[4]) — welches im We-

---

1) Technolog. Encyklopädie, VII. 504, 505. — Polyt. Mittheilungen, II. 130.

2) Polyt. Mittheilungen, II. 131.

3) Werkzeugsammlung, S. 209. — Technolog. Encyklopädie, VII. 506. — Polyt. Centr. 1856, S. 601. — Polyt. Journ., Bd. 94, S. 185. — Brevets 1844, I. 10, 13.

4) Polyt. Mittheilungen, II. 133.

sentlichen dem Schneidmodel (S. 686) ähnlich, aber nach der äußeren Form eines Hobels gebaut ist.

Man wendet oft Maschinen an, um an Fußbodendielen u. dgl. Spunde und Nuthen auszuarbeiten (machine à bouveter). Solche Vorrichtungen arbeiten theils selbständig[1]), theils werden sie mit Hobelmaschinen verbunden, durch welche man gleichzeitig die Fläche der Breter abhobeln läßt (S. 719). Die Bildung der Nuth wie der Feder kann auf dreierlei Weise geschehen: a) Mittelst scheibenförmiger (75 bis 300 mm im Durchmesser haltender, 1500 bis 2000 Mal in einer Minute umlaufender) Schneidköpfe, auf deren Randfläche 2 oder 3 Schneidzähne hervorragen, welche die Gestalt eines Nuth-, beziehungsweise eines Feder-Hobeleisens haben. b) Mittelst Fräsen, d. h. rundum sägenartig gezahnter Scheiben, welche Kreissägen ähnlich, nur viel dicker sind. Für die Nuth dient eine solche Fräse, deren Dicke gleich der Breite der gewünschten Nuth ist; zur Feder sitzen zwei derartige Fräsen auf gemeinschaftlicher Achse, so weit von einander entfernt als die zwischen ihnen stehen bleibende Feder verlangt. c) Mittelst Kreissägen: Die zu bearbeitende Diele liegt horizontal auf einem Wagen oder Schlitten, mit welchem sie den Sägen entgegengeführt wird. An der einen Seite derselben stellen fünf gleichzeitig thätige kleine Kreissägen die Feder dar. Zwei dieser Sägen, A, B, auf gemeinschaftlicher vertikaler Achse angebracht, machen zwei Schnitte parallel zu einander und zu den breiten Flächen der Diele; die dritte, C, und vierte, D, schneiden die Diele rechtwinklig zur breiten Fläche in einer gemeinschaftlichen Vertikalebene von oben und unten je auf ein Drittel der Dicke ein; die fünfte, E, macht einen Schnitt parallel zu den eben erwähnten, um die äußere schmale Randfläche der Feder abzugleichen. Auf der anderen Seite der Diele, wo die Nuth zu bilden ist, arbeiten: eine Säge wie E zur Abgleichung der Fugenfläche; zwei Sägen wie A, B, welche die Seitenwände der Nuth einschneiden, und eine sich rasch umdrehende Scheibe mit mehreren Schneiden von der Form der Nuthhobeleisen, um das zwischen eben erwähnten Sägenschnitten stehende Holz herauszunehmen.

7) Verbindung mit gebohrten Zapfen (assemblage à clef). Bei der Verbindung dicker Breter (Bohlen), besonders an im Freien stehenden Arbeiten, pflegt man auf den sich berührenden Kanten paarweise genau gegenüberstehende, länglich viereckige Löcher auszustemmen und in diese rechteckige, ziemlich starke Bretchen von hartem Holze einzuleimen, welche so zugeschnitten sind, daß ihre Fasern rechtwinklig gegen jene der Hauptstücke laufen. Jedes solche Bretchen (Zapfen, clef) liegt halb in der einen, halb in der andern Bohle, und da es tiefer eingreift als eine Feder (nach Nr. 6), so gewährt diese Verbindung größere Festigkeit, indem sie zugleich kräftiger dem Werfen entgegenwirkt. Nach dem Zusammensetzen des Ganzen bohrt man an den Orten, wo inwendig die (natürlich nicht sichtbaren) Zapfen liegen, mehrere Löcher durch und durch, und treibt in diese hölzerne Nägel ein.

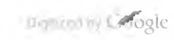
8) Verbindung mit Dübeln. — Die Kanten werden wie bei Nr. 5 abgefügt und stumpf an einander geleimt; jedoch bohrt man in beide von 300 zu 300 oder 400 zu 400 mm Entfernung runde Löcher, und leimt in diese runde hölzerne Zapfen oder Nägel (Dübel) ein, welche, wie die Zapfen bei Nr. 7, halb in dem einen, halb in dem andern Brete stecken.

c) Zusammenfügungen in gleicher Ebene, wobei die Fasern der Holzstücke rechtwinklig gegen einander laufen.

9) Dieser Fall kommt besonders bei dem Ansetzen der sogenannten Hirnleisten, assemblage à emboitage (S. 627) vor. Die (gewöhnlich selbst wieder aus mehreren Bretern, nach Nr. 5 oder 6, zusammengesetzte) Tafel wird an den Hirn-Enden mittelst des Federhobels (S. 764) mit einer Feder versehen, welche in eine Nuth der Hirnleiste eingreift. Sehr gewöhnlich giebt man dieser Feder an einigen Stellen 50 bis 70 mm breite Verlängerungen (Zapfen), welche in passenden Löchern der Leiste ganz durch dieselbe hindurch gehen; allein solche Hirnleisten mit Zapfen sind fast mehr schädlich als nützlich, indem die Zapfen die Zusammenziehung (das Schwinden) der Bretfläche als Ganzes verhindern, somit die Trennung der

---

[1]) Génie ind., T. 26, p. 7. — Polyt. Journ., Bd. 170, S. 31. — Polyt. Centr. 1863, S. 1206. — Hütte 1863, Taf. 35. — Atlas IV., Taf. 16.



einzelnen Breter von einander und die Entstehung von Spalten zwischen denselben veranlassen. — Soll man die Hirn-Enden der Leisten nicht sehen, so werden diese an beiden Enden nach einwärts schräg (unter dem Winkel von 45°) abgeschnitten und an das entsprechend ausgeschnittene Hirn-Ende der Tafel angepaßt, wobei Nuth und Feder sich auf der schrägen Linie fast bis an die Spitze hinaus fortsetzen (Hirnleisten mit Gehrung).

10) Füllungen (panneaux, *pannels*, S. 626). Größere Holzflächen (Thüren, Rückwände von Schränken, Wandbekleidungen zc.) werden sehr gewöhnlich, theils der Zierlichkeit halber, theils um dem Werfen entgegenzuwirken, aus einem Rahmenwerk (Rahmholz, bâti) gebildet, in dessen viereckige Oeffnungen oder Felder man Tafeln (Füllungen) einsetzt; wobei also die Fasern der letzteren auf zwei Seiten parallel mit jenen des Rahmholzes, und auf zwei Seiten rechtwinklig gegen dieselben laufen. Das Rahmholz erhält nach innen rings herum eine Nuth, in welche der sanft abgeschrägte Rand der Füllung einpaßt, jedoch ohne darin verleimt zu werden (vergl. S. 715). — Wesentlich dieselbe Anordnung kommt bei den getäfelten oder Parket-Fußböden vor, nur daß hier das Rahmholz und die Füllungen (Parket-Tafeln) zusammen eine ununterbrochene Ebene bilden müssen, weshalb letztere an den Rändern nicht eine schräge Platte, sondern eine ganz in das Rahmholz eintretende Feder bekommen.

d) Zusammenfügungen unter einem Winkel, in einerlei Ebene (bei Rahmenwerk u. dgl.).

Es sind hier drei Fälle zu unterscheiden. Zwei lange und verhältnißmäßig schmale Holzstücke können nämlich mit einander verbunden werden:

aa) so, daß sie in einen (meistentheils rechten) Winkel zusammenlaufen, über welchen keins von beiden hinaus reicht (Eckverbindungen).

11) Aufblattung, Zusammenblatten (**assemblage à demi-bois, ass. à moi-bois**, ***rebating***). Die einfachste und am leichtesten auszuführende Art, welche aber auch am wenigsten Festigkeit und schönes Ansehen gewährt, daher nur bei geringer Arbeit Anwendung findet. Die beiden zu vereinigenden Stücke (z. B. Leisten eines Rahmens) werden an dem Ende auf die halbe Dicke rechtwinklig eingeschnitten und abgesetzt, dann auf einander gelegt, verleimt und mit hölzernen Nägeln befestigt. Oefters wird das so zugerichtete verdünnte Ende (das Blatt, patte) des einen Stückes unter einem Winkel von 45° abgeschnitten, wodurch es die Gestalt eines rechtwinkligen Dreieckes erhält, und dagegen das andere Stück nur in eben der dreieckigen Form ausgestemmt. Die beiden schrägen Kanten passen dann an einander und bilden auf der einen Seite der Arbeit (nämlich der vordern) eine schräge Fuge, welche von der innern nach der äußern Ecke läuft (Zusammenblatten auf die Gehrung). Hierdurch erhält die Arbeit das Ansehen, als ob die Holzfasern sich um die Ecke ohne Unterbrechung herumwendeten, und die Fuge wird viel weniger störend, als wenn sie quer vor den Fasern des einen Bestandtheiles herläuft; deshalb sind Verbindungen auf die Gehrung bei allen sorgfältig gearbeiteten Gegenständen unerläßlich.

12) Ecke mit stumpfer Gehrung (**assemblage d'onglet, assemblage en biaisement**, ***mitred quoin***). Beide Theile werden durch ihre ganze Dicke hindurch nach der Gehrung abgeschnitten (d. h. so, daß der Schnitt mit der einen langen Kante einen Winkel von 45° und mit der andern einen Winkel von 135° bildet); dann mit der Abschrägung an einander gelegt, verleimt und allenfalls durch ein paar hölzerne Nägel zusammengeheftet.

Diese Verbindung ist sehr leicht zu machen, aber nicht fest, und daher zweckmäßig nur in solchen Fällen anwendbar, wo die verbundenen Stücke noch außerdem eine Befestigung erhalten (z. B. Thürverkleidungen, Goldleisten auf Bilderrahmen, Gesimse an Schränken u. dergl.). Zur richtigen und schnellen Ausführung derselben gebraucht man verschiedene Hülfswerkzeuge: das Gehrmaß (S. 679) oder zuweilen das Gehreisen (S. 690) um die Schrägung vorzuzeichnen; eine eigene Vorrichtung um Leisten ohne

Vorzeichnung richtig nach der Gehrung abzusägen (*mitre sawblock*)[1]; die Gehrungsstoßlade (S. 707) zum Abhobeln der Gehrungsflächen, wobei auch wohl ein besonderer Gehrungshobel (*mitre plane*)[2] Anwendung findet. Neuerdings hat man Gehrungsstoßlade und Gehrungshobel zu einer kleinen handlichen Gehrungsmaschine[3]) vereinigt.

13) Stumpf zusammengeschlitzte Ecke (assemblage en enfourchement). Das eine Stück wird von der Hirnseite aus gabelartig und so tief eingesägt und ausgestemmt, als die Breite des andern Stückes vorschreibt; letzteres aber von beiden Flächen aus abgesetzt, so daß nur das mittlere Drittel der Dicke (aber in voller Breite) als ein Zapfen stehen bleibt, welcher jenen Gabeleinschnitt (den Schlitz, (enfourchement) ausfüllt. Leim und hölzerne Nägel dienen zur Befestigung. Oft giebt man dem Zapfen nicht die volle Breite des Stückes, woran er sich befindet, sondern läßt ihn zwar auf der äußeren Seite der Ecke mit der Kante jenes Stückes in gerader Linie fortlaufen, bringt dagegen auf der inneren Seite einen rechtwinkligen Absatz an, welcher sich an die innere Kante des mit dem Schlitze versehenen Stückes anlehnt. Ist das zu verbindende Holz dick, so bringt man an dem einen Bestandtheile zwei Schlitze, und an dem andern zwei entsprechende Zapfen an.

14) Zusammenschlitzen auf die Gehrung (assemblage à bois de fil). Um bei geschlitzten Ecken eine (wie bei Nr. 11 und 12) nach der Gehrung schräg laufende Fuge zu erhalten, kann man auf verschiedene Weise verfahren, je nachdem die Gehrung nur auf einer Seite oder auf beiden Seiten beabsichtigt wird. Im ersten Falle wird nur eine Seite des Schlitzes unter 45° abgeschnitten, und der dazu gehörige Absatz des Zapfens in gleicher Weise schräg angelegt. Im zweiten Falle verrichtet man das Nämliche auch auf der andern Seite. — Ist von den zwei zu einer Ecke zu verbindenden Stücken das eine breiter als das andere, so läuft die Gehrungsfuge natürlich von dem inneren Winkel nicht nach dem äußeren, sondern nach einem Punkte auf der Außenkante des schmalen Stückes, welcher um den Unterschied der Breite von dem äußeren Winkel entfernt ist (assemblage à fausse-coupe).

Wenn bei zusammengeschlitzten Ecken eine Kehlung (ein sogenannter Hobel) auf dem Rande angebracht ist, so muß diese, um ohne Unterbrechung über die Ecke herum fortzulaufen, jedenfalls auf die Gehrung zusammengefügt sein, selbst wenn dies mit dem glatten Theile der Arbeit (wie nach Nr. 13) nicht der Fall ist (assemblage d'onglet).

15) Verzapfung, gezapfte Ecke (assemblage à mortaise, *mortising*). Geschlitzte Ecken haben nicht die größte mögliche Festigkeit, weil der Zapfen in dem Schlitze nur an drei Seiten von Holz umgeben ist. Besser in dieser Beziehung, aber auch mühsamer zu verfertigen, ist die Verbindung durch Zusammenzapfen. In dem einen der zu verbindenden Stücke wird quer durch, nahe am Ende, ein länglich viereckiges Zapfenloch (mortaise, *mortise, mortice*) mittelst des Lochbeitels ausgestemmt; das andere Stück wird durch Säge und Stechbeitel oder vermittelst besonderer Absetzsägen, Zapfensägen ganz allein (vergl. S. 702, 703) auf allen vier Seiten rechtwinklig abgesetzt, sodaß der dadurch gebildete, in das erwähnte Loch passende Zapfen (tenon, *tenon*) ein vierseitiges Prisma darstellt, dessen Breite und dessen Dicke geringer sind, als Breite und Dicke des Stückes, woran er sich befindet. Die rings um den Zapfen befindliche, gegen denselben rechtwinklige Fläche (das Abgesetze, die Brüstung, Achsel oder Schulter, arrasement, *shoulder*) lehnt sich an das Holz, welches den Umfang des Zapfenloches begrenzt. Von der geschlitzten Ecke unterscheidet sich die gezapfte, wie man sieht, wesentlich dadurch, daß der Schlitz eine am Hirn-Ende offene Vertiefung, das Zapfenloch hingegen eine auch an dieser Seite durch einen Theil des Holzes (épaulement) geschlossene Oeffnung ist. Die eben beschriebene Form des Zapfens, wobei derselbe auf allen seinen vier Seiten eine

---

[1]) Polyt. Centr. 1848, S. 296.
[2]) Polyt. Mittheilungen, II. 134. — Holtzapffel, II. 481.
[3]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 335.

Schulter bildet, erleidet mancherlei Abänderungen. So wird oft der Zapfen nur auf drei, oder gar nur auf zwei (einander gegenüber stehenden) Seiten abgesetzt. Manchmal macht man einen Theil des Zapfens kürzer als das Uebrige, sodaß dieser Theil nicht ganz durch das zweite Holzstück hindurchgeht, sondern nur auf eine gewisse Tiefe in eine an das Zapfenloch anstoßende nuthartige Aushöhlung eintritt (Nuthzapfen). Bei sehr dickem Holze bringt man wohl zwei Zapfen und zwei Zapfenlöcher neben einander an, um eine vielfältigere Berührung und daher festeres Zusammenhalten beider Bestandtheile zu erreichen. — Ueber die Anbringung der Gehrung und eines Hobels bei verzapften Ecken gilt das, was hiervon unter Nr. 14 gesagt ist.

bb) so, daß von den zwei verbundenen Stücken das eine zu beiden Seiten über das Hirn-Ende des andern hinausragt, also die Verbindung die Form eines T hat (wie z. B. bei einer Reißschiene, bei einem Rahmen, der durch Sprossen in Felder getheilt ist, 2c.).

Verbindung mit Schwalbenschwanz (queue d'aronde, queue d'hironde, queue d'ironde, *dovetail*). Das Ende des einen Verbandstückes wird schwalbenschwanzförmig zugerichtet und in eine gleichgestaltete, auf der Fläche des anderen Stückes befindliche und am Rande desselben sich öffnende, Vertiefung eingeleimt. Sollen auf beiden Seiten die zwei Bestandtheile (gleiche Dicke derselben vorausgesetzt) mit einander eben sein, so erhält der Schwalbenschwanz nur die halbe Dicke des Stückes, an welchem er sich befindet.

17) Eingeschobene Grathleiste, Verbindung auf den Grath. — Bei Grathverbindungen überhaupt (deren auch noch weiterhin gedacht ist, s. N. 28) wird das eine der beiden Holzstücke mit einer Furche oder Vertiefung versehen, deren zwei Seitenwände dergestalt schräg gegen die Oberfläche sind daß sie nach innen zu divergiren. Das andere Stück wird der Furche entsprechend gebildet und in dieselbe (ihrer Länge nach) eingeschoben. Das Ganze hat große Aehnlichkeit mit der Verbindung durch einen Schwalbenschwanz, und unterscheidet sich von demselben eigentlich nur dadurch, daß letzterer immer kurz, der Grath aber oft von bedeutender Länge ist (wobei unter Länge jene Richtung gemeint ist, welche durch eine mit beiden schrägen Flächen parallele Linie angegeben wird). Zur Ausarbeitung des Grathes dienen besondere Werkzeuge, nämlich die Grathsäge (S. 701), der Grundhobel und der Grathhobel. Mit der Grathsäge werden, um die Vertiefung (den eingeschnittenen Grath, *groove*) zu bilden, zwei Linien für die Ränder derselben eingeschnitten, worauf man das zwischen diesen befindliche Holz mit Stemmeisen oder Stechbeiteln heraussticht und das Innere der Vertiefung mittelst des Grundhobels (guimbarde, ***router plane, routing plane, old woman's tooth***) ebnet, gründet. Letzterer enthält ein fast rechtwinklig gebogenes Eisen, von der Gestalt eines L, wo an dem Ende des horizontalen Theiles die Schneide sich befindet[1]). Die schrägen Flächen an dem Holzstücke, welches in die Vertiefung eingeschoben wird (den angestoßenen Grath, ***key***) bringt man mittelst des Grathhobels ***(dovetail plane)*** hervor, welcher eine dreiseitige spitzwinklige Furche ausarbeitet und daher zuerst auf der einen, dann auf der anderen Seite des Grathes angewendet werden muß. Die Sohle des Grathhobels ist der Breite nach abgedacht, wie die Schrägung der Fläche, welche damit gebildet werden soll, es erfordert; er hat einen Backen oder Anschlag, mittelst dessen er richtig längs der Kante des Holzes hingeführt wird. Oefters versieht man ihn auch mit einem Vorschneidmesser, welches die Linie einschneidet, bis zu welcher das Holz weggehobelt werden muß. Wenn kein solches Messer vorhanden ist, so wird mittelst des Schnitzers aus freier Hand vorgeschnitten, damit kein Einreißen in das dem Grathe benachbarte Holz durch die rasche Wirkung des Hobeleisens stattfinden kann. — Es ergiebt sich beinahe von selbst, daß von den zwei durch einen Grath zusammengesetzten Holzstücken jenes, dessen Hirn-Ende in der Verbindungsstelle liegt, den angestoßenen Grath erhält, und das andere den eingeschnittenen.

[1]) Technolog. Encyklopädie, VII. 509.

18) Verzapfung, Verbindung durch einen stumpfen Zapfen. — Stimmt mit Nr. 15 überein, bis auf den Umstand, daß der Bestandtheil, in welchem sich das Zapfenloch befindet, zu beiden Seiten auer über das Hirnende des Zapfens sich verlängert. Der Zapfen wird, wenn das Holz dünn ist, nur auf zwei einander gegenüber stehenden Flächen abgesetzt; bei starkem Holze auf allen vier Seiten. — Läuft auf den Seiten der einspringenden Winkel, welche die verbundenen Holzstücke mit einander bilden, eine Kehlung herum, so muß diese jederzeit auf die Gehrung zusammengepaßt werden, wie bei Nr. 14 angegeben ist.

19) Zapfen mit Keil (tenon passant). Der (auf allen vier Seiten abgesetzte) Zapfen geht ganz durch das Zapfenloch hindurch, ragt jenseits desselben noch hervor, und wird hier mittelst eines quer durch ihn eingetriebenen Keiles (clef) befestigt, dagegen in dem Loche nicht verleimt. Bei Maschinengestellen, wo die verbundenen Theile oft wieder von einander getrennt werden müssen, ist diese Verbindung allgemein üblich.

cc) so, daß die beiden Holzstücke sich gegenseitig durchsetzen, also ein Kreuz bilden (Kreuzverbindungen); ein Fall, der bei Sprossen an Fensterrahmen u. dergl. vorkommt.

20) Ordinäres Sprossenkreuz. Jede der beiden Sprossen wird bis auf die halbe Dicke und so breit eingeschnitten, daß der undurchschnittene Theil der anderen Sprosse genau darin Platz findet. Dieser Fall ist mit Nr. 11 nahe verwandt.

21) Kreuz einer gekehlten Sprosse. Wenn die sich durchkreuzenden Sprossen mit einer Kehlung versehen sind, die wie immer in den Winkeln auf die Gehrung zusammenstoßen muß, so erhält die eine Sprosse ein quer durchgehendes Zapfenloch, und die andere Sprosse besteht aus zwei mit Zapfen versehenen Theilen, welche von den entgegengesetzten Seiten in das Loch geschoben werden, sodaß die Hirn-Enden der Zapfen mitten im Inneren des Loches an einander stoßen.

e) Zusammenfügungen unter einem Winkel in verschiedenen Ebenen (welche meistentheils rechtwinklig gegen einander sind).

aa) Eckverbindungen, bei Schiebladen und allen kastenförmigen Behältnissen überhaupt. — Die Zusammenfügung geschieht hier durch Zinken, Zusammenzinken (assemblage à queues d'aronde, *dovetailing*)[1]. Man versteht unter einer Zinke (queue d'aronde, *dovetail*) eine schwalbenschwanzförmige Hervorragung, welche an dem Hirn-Ende eines Bretes ausgearbeitet wird, und in eine gleichgestaltete Vertiefung an dem Ende des mit jenem winkelrecht zu vereinigenden Bretes eingepaßt wird. Je mehr Fleiß auf die Arbeit verwendet wird, desto mehr Zinken bringt man auf einer bestimmten Länge der Hirnkante an.

22) Ordinäre Zinken (queues d'aronde percées, *common dovetails, ordinary dovetails*). Bei Pack-Kisten, Schiebladen und anderer geringer Arbeit. — Die an dem einen Bestandtheile befindlichen Zinken gehen durch die Dicke des andern ganz hindurch; man sieht also zu beiden Seiten der äußeren Eck-Kante Theile von Hirnholz.

23) Zinken mit Gehrungskante. Den vorigen völlig gleich, bis auf den einzigen kleinen Unterschied, daß auf den schmalen Endflächen der Ecke (z. B. bei einer Schieblade auf dem obern Rande) die zur Ecke vereinigten Bestandtheile auf die Gehrung zusammengeschnitten sind, indem die Fuge schräg von dem inneren Winkel nach dem äußeren läuft, während sie bei Nr. 22 in der Verlängerung der inneren Kante des einen Theiles quer über die Dicke des anderen Theiles fortgeht. Die Gehrungskante hat den Vorzug des schönern Aussehens für sich.

24) Gedeckte Zinken *(lap dovetails)*. Die Zinken nehmen in dem einen Bestandtheile nur die inneren zwei Drittel oder drei Viertel der Dicke ein, und es ist demnach gerade so, als ob man die eine Außenfläche einer durch ordinäre Zinken

[1]) Holtzapffel, II. 717.

verbundenen Ecke mit einem aufgelegten Holzblatte zugedeckt hätte, um die Hirnseite des zweiten Bestandtheiles zu verbergen. Bei Schiebladen wird der vordere Theil mit den beiden Seitentheilen auf diese Weise verbunden, weil man vorn nichts von den Zinken sehen darf.

25) Zinken auf die Gehrung (queues perdues, queues recouvertes, *mitre-dovetails*). Die Zinken werden in beiden Bestandtheilen nur auf $^2/_3$ oder $^3/_4$ der Dicke, von innen heraus, ausgearbeitet; der Rest der Holzdicke bildet mithin auf beiden äußeren Flächen eine Bedeckung von der unter Nr. 24 erwähnten Art, und da diese auf die Gehrung zusammengefügt ist, so fällt die Fuge in die äußere Winkelkante der Ecke, wonach weder inwendig noch auswendig eine Spur von den Zinken zu sehen ist. Diese Art des Zusammenzinkens ist in der Ausarbeitung am mühsamsten, im Ansehen aber die schönste und kommt deshalb nur bei feinen Gegenständen vor.

Bei Verfertigung der gemeinen oder unbedeckten Zinken (Nr. 22, 23) werden die erforderlichen schrägen Einschnitte mittelst der Säge (am besten eines kleinen Fuchsschwanzes, *dovetail saw*, S. 700) gemacht, dann die dazwischen befindlichen Holztheile thunlichst mit einer Schweifsäge (S. 698) herausgeschnitten, endlich die so gebildeten Vertiefungen durch Ausstemmen vollendet. Für gedeckte Zinken (Nr. 24) ist auf dem einen Bestandtheile, und für Gehrungszinken (Nr. 25) auf beiden Bestandtheilen, die Säge unanwendbar, weil die Vertiefungen nicht ganz durch die Holzdicke durchgehen: in diesen Fällen bleibt man also auf Anwendung des Stechbeitels oder Stemmeisens beschränkt. — Zur Ausarbeitung ordinärer Zinken an Packkisten hat man Maschinen erfunden[1]). Die schrägen, paarweise neben einander stehenden Seiteneinschnitte werden z. B. durch Kreissägen gemacht; dann wird die Grundlinie der Zinkenausschnitte ebenfalls mittelst Kreissägen (die aber entsprechend klein sind) oder mit Zylindersägen durchgeschnitten, sodaß der Holzkörper, welcher an der Stelle eines jeden zu erzeugenden Ausschnittes sich befand, als Ganzes herausfällt. Auch hat man Fräsmaschinen[2]) zur Ausarbeitung der Zinken in Anwendung gebracht. — Eine Vereinfachung der ordinären Zinken dadurch, daß man sie mit schrägen parallelen Seitenflächen (statt keilförmig) herstellt[3]), scheint sich mehr durch leichtere Anfertigung als größere Festigkeit zu empfehlen.

Als Eckverbindung bei kleinen und leichten Kästchen gebraucht man nicht selten, statt der Zinken,

26) die folgende Zusammenfügungsart (*mitre and key*): Die zu verbindenden Wände werden zuerst auf stumpfe Gehrung zusammengeleimt (Nr. 12); dann macht man in beliebigen Abständen auf der äußeren Eckkante querüber mehrere Sägenschnitte, wechselweise in aufwärts und abwärts geneigter Richtung, und leimt in diese kleine Stückchen von Furnür ein, deren hervorragende Theile zuletzt weggeputzt werden.

bb) Verbindung über Hirn (bei Abtheilung eines von Wänden eingeschlossenen Raumes durch Scheidewände).

27) Verbindung mit Zapfen; wesentlich gleich mit Nr. 18. — Es sei z. B. zwischen zwei senkrechten Bretern ein horizontales Bret zu befestigen. Die Enden des letzteren werden so ausgeschnitten, daß ein jedes zwei oder mehrere vierkantige Zapfen bildet, deren Länge mit der Dicke der aufrecht stehenden Wände übereinstimmt, und welche in passende Löcher derselben eingeschoben werden.

28) Grath-Verbindung. Die am meisten angewendete Art, festes Fachwerk zwischen zwei parallele Wände einzusetzen. In letzteren wird der eingeschnittene Grath angebracht und an den Hirnenden der Fächer der angestoßene Grath ausgearbeitet, wozu man sich der unter Nr. 17 angeführten Werkzeuge bedient. Der Grath

---

[1]) Brevets, LVIII. 99. — Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 62. — Wiebe, Skizzenb. 1870, Heft 2, Bl. 1.
[2]) Ztschr. d. Ing. 1867, S. 387.
[3]) Polyt. Journ., Bd. 134, S. 102.

pflegt nicht ganz durch die Breite der Wände hindurch zu gehen, sodaß man an der vorderen (der Ansicht ausgesetzten) Seite nichts davon bemerkt. —

Eingeschobene Leisten an Zeichenbretern u. dgl., S. 627, werden ebenfalls mittelst eines Grathes befestigt, wobei die einzige Verschiedenheit eintritt, daß der Grath an den Leisten nicht in Querholz, sondern in Längenholz ausgearbeitet ist.

29) Verbindung mittelst einer Nuth. — Sie unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, daß die Furche des einen Bestandtheiles, in welche der andere (mit seiner ganzen Dicke, wenn diese gering ist, sonst mittelst einer daran gehobelten Feder) eingreift, nicht divergirende, sondern parallele Seitenwände hat. Hierbei kommen oft Nuthen in Querholz (rechtwinklig gegen die Holzfasern) vor, welche man nicht geradezu mit dem Nuthhobel (S. 764) verfertigen kann: theils weil das Hobeleisen die Fasern zu beiden Seiten der Nuth aussprengen, folglich rauhe Ränder erzeugen würde; theils weil nicht selten die Nuth so weit von der Kante der Holzfläche entfernt ist, daß der Backen des Hobels diese Kante nicht erreichen kann. Aus dem ersteren Grunde muß man entweder die Breite der Nuth durch zwei mit dem Schnitzer (S. 685) eingeschnittene Linien vorzeichnen, oder am Hobel selbst zu diesem Zwecke zwei spitzige Vorschneidmesser anbringen[1]); aus dem zweiten Grunde ist man genöthigt, entweder temporär auf der Holzfläche eine Leiste zu befestigen, längs welcher der Hobel in der gehörigen Richtung geführt werden kann, oder ganz auf die Anwendung des Nuthhobels zu verzichten. Im letzteren Falle wird die Nuth zwischen den eingeschnittenen Linien mit schmalen Stechbeiteln ausgestochen, dann mit dem Grundhobel (S. 768) geglättet; oder mit der Quadrirsäge (S. 702) verfertigt. — Als eine Abänderung dieser Verbindungsart ist anzuführen, daß man zuweilen die Nuth dreieckig macht und dem entsprechend die Kante des einzusetzenden Bretchens von beiden Seiten her (nach der Form <) abschrägt.

30) Verbindung durch stumpfes Zusammenleimen. — Bei der Abtheilung von kleinen Kästchen, Schieblladen u. dgl. in Fächer ist es auch sehr gewöhnlich, die Zwischenwände bloß stumpf mit Leim einzusetzen, indem die Kanten derselben die benachbarten Wände und den Boden flach berühren, ohne in sie eingesenkt zu sein. Daß diese Verbindung wenig Festigkeit gewährt, liegt am Tage.

cc) Kreuzverbindungen.

31) Scheidewände von Fachwerk, welche sich durchkreuzen, werden in der Regel so zusammengesetzt, daß die eine Wand ganz durchläuft und die andere aus zwei Theilen von den gegenüber stehenden Seiten nach einer der vorigen Methoden (Nr. 28, 29, 30) angefügt wird. Man kann aber auch das Verfahren anwenden, welches für Sprossenkreuze unter Nr. 20 beschrieben ist.

B. Holzverbindungen bei Zimmerarbeiten[2]).

a) Verbindungen, bei welchen Hirnholz an Hirnholz liegt (Verlängerungen, Holzverlängerungen, assemblages en bout, ass. de rallonge). Die Verbindungsstelle heißt der Stoß oder Anstoß:

1) Das Zusammenschneiden oder stumpfe Aneinanderstoßen der Hirn-Enden zweier Hölzer. (Der Name kommt daher, weil man nach dem Zusammenlegen der Hölzer die Fuge, um sie genau schließend zu machen, mit der Säge durchschneidet, worauf die Stücke wieder scharf an einander gestoßen werden).

2) Die Verblattung (*scarf*), wozu das gerade einfache (mi-bois) und doppelte Blatt, beide mit oder ohne Versatzung, — das schräge oder französische Blatt einfach (sifflet, flûte) und doppelt (trait de Jupiter), — und das eingesetzte Blatt gehören.

3) Die Verbindung durch einen einfachen oder doppelten Schwalbenschwanz (queue d'aronde).

---

[1]) Holtzapffel, II. 486.

[2]) Wolfram, Handbuch für Baumeister. III. Theil, 1. Abth. (Rudolstadt 1824), S. 20.

4) Die Verhakung und Verzahnung (ass. en crémaillère).
5) Die Einscherung (enfourchement).
6) Die Verzapfung.

b) Verbindungen, bei denen Hirnholz an Langholz (Aderholz) liegt; winkelrechte (assemblage carré) und schräge Verbindung (ass. en about).

7) Verzapfung (assemblage à tenon), in mancherlei Abänderungen, nämlich der einfache Zapfen, der doppelte Zapfen (double tenon), der geächselte Zapfen (tenon à renfort), der Zapfen mit Versatzung (tenon à embrevement), der verborgene Keilzapfen, der Zapfen mit dem Schwalbenschwanze.

8) Schwalbenschwanz, und zwar einfach (Weißschwanz) oder doppelt (eigentlicher Schwalbenschwanz).

9) Das Einscheren oder Verscheren.

c) Verbindungen, bei welchen Aderholz an Aderholz liegt.

aa) Rechtwinklige und schiefe Durchkreuzungen:

10) Das Ueberschneiden, Ueberscheiten (entaille, *notching*).

11) Das Aufkämmen, Ueberkämmen (*cogging*).

12) Das Aufdollen, Ueberdollen, Verbindung der ungeschwächt über einander gelegten Hölzer mittelst hölzerner Nägel (Dollen).

13) Das Aufklauen.

bb) Gleichlaufender Verband (wenn Balken, Pfähle, Bohlen oder Breter parallel an einander gelegt und verbunden werden, um entweder in Ermangelung dicken Holzes eine Verstärkung zu bewirken, oder Wände u. dgl. zu bilden):

14) Das Dollen, Dübeln, Döbeln (Verbindung durch besondere eingelegte hölzerne Zapfen), und

15) Die Verzahnung werden bei Balken angewendet; dagegen die folgenden Arten bei Pfählen, Bohlen und Bretern.

16) Das Spunden (ganzer und halber Spund);

17) Das Federn.

C. Holzverbindungen bei Böttcherarbeiten.

Es kommt hier die Zusammensetzung der Böden und die Befestigung derselben in den Gefäßen zur Betrachtung.

a) Zusammensetzung der Böden.

Da die Böden nur bei kleinen Fäßchen, Eimern u. dgl. aus einem einzigen Stücke gemacht sein können, so muß in den meisten Fällen ein Boden aus mehreren (3, 5, 7, 9) Theilen zusammengesetzt werden. Die sehr gerade abgehobelten Kanten (Fugen) dieser Theile berühren einander genau und werden dadurch fest vereinigt, daß man in dieselben paarweise gegenüberstehende Löcher bohrt und in letztere hölzerne Nägel (Dübel) eintreibt, welche dann mit der Hälfte ihrer Länge in dem einen, mit der zweiten Hälfte in dem andern Theile stecken.

b) Einfügung der Böden.

Meistentheils ist der Umkreis des Bodens von beiden Flächen her (doch von innen mehr als von außen) abgeschrägt, und der dadurch verdünnte Rand kommt in eine nuthartige Furche auf der inneren Fläche der Dauben oder Stäbe zu liegen. Jene Furche wird die Kröse, Gargel, auch Kimme oder Keime (jable, *chimb*) genannt.

Die Abschrägung des Bodens wird durch einen eigenen Hobel, den Bodenbramschnitt[1]) hervorgebracht, bei kleiner und geringer Arbeit oft auch nur durch Beschneiden mit dem Schnittmesser (S. 685). — Zur Verfertigung der Kröse oder Kimme an Fässern dient der Kimmhobel, Keimhobel (jabloire)[2]), welcher mit dem Nuthhobel der Tischler (S. 764) viele Aehnlichkeit hat, aber doch, wegen der Verschiedenheit der Arbeit, in mehreren Punkten von demselben abweicht. Der wesentlichste Unterschied besteht darin, daß der Kimmhobel — da er auf einer hohlen Fläche und quer gegen die Holzfasern arbeitet — eine bogenförmige Sohle hat und nebst dem eigentlichen Hobeleisen (Raumeisen) noch zwei Vorschneideisen enthält, welche letzteren zwei parallele Linien (in

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 596, 619.
[2]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 585.

solcher Entfernung von einander, wie die Breite der Kimme es vorschreibt) einschneiden (vergl. S. 771). Die Kimme an kleinen Gefäßen und selbst auch an manchen, weniger sorgfältig gearbeiteten Fässern, wird mit einem vom Kimmhobel verschiedenen Werkzeuge gebildet, nämlich mit der Kröse (jabloire, *croze*)[1]), welche einem in großem Maßstabe ausgeführten einfachen Streichmaße (S. 676) ähnlich ist, aber statt der Reißspitze des letzteren ein sägeartig gezahntes, dickes Eisen (Kröseeisen, Kamm, *croze iron*) enthält. Uebrigens nennt man das Werkzeug, wenn es klein ist: Faustkröse, Bodenkämmchen, Gargelkamm; wenn es groß ist: Schwanzkröse.

Manchmal liegt der Rand des Bodens an Fässern nicht in einer Nuth, sondern in einem einfachen schrägen Falze (Falzboden). Er ist dann nur von außen her, und zwar viel stärker als im obigen Falle, abgeschrägt. Zur Verfertigung des Falzes in dem Fasse dient ein eigener Falzhobel[2]).

---

1) Technolog. Encyklopädie, VIII. 615.
2) Technolog. Encyklopädie, VIII. 600.

Fünftes Kapitel.

Arbeiten zur Vollendung und Verschönerung der Holzwaren.

I. Das Abziehen (racler, *scraping*).

Feine Tischlerarbeiten haben, nachdem sie vom Hobel aus fertig sind, noch zweierlei Bearbeitung zu erleiden, wodurch man dem Holze eine größere Glätte giebt, als der Hobel (besonders auf aderigen und verwachsenen Holzarten) hervorbringen kann: diese sind das Abziehen und das darauf folgende Schleifen.

Das Abziehen wird mit der Ziehklinge verrichtet und besteht in einem Abschaben, wodurch die kleinen Unebenheiten der Fläche in Gestalt höchst zarter staubartiger Späne weggenommen werden. Die Ziehklinge (racloir, *scraper*) ist ein federhartes Stahlblech, ungefähr 0,6 bis 1mm dick und gewöhnlich 150mm lang bei 50mm Breite. Meist sind alle ihre Seiten geradlinig, öfters aber auch die beiden schmalen bogenförmig, nämlich die eine konvex, die andere konkav, wodurch man in den Stand gesetzt wird, das Werkzeug auf hohlen und auch mit besserem Erfolge auf konvex gerundeten Oberflächen zu gebrauchen. Die Kanten der Klinge werden auf dem Schleifsteine so geschliffen, daß ihre Ränder scharf rechtwinklig gegen die breiten Flächen stehen; dann streicht man sie mit einem glatten, glasharten Ziehklingenstahle, wodurch sie einen gegen die breite Fläche aufstehenden feinen Grath erhalten. Dieser letztere ist es eigentlich allein, welcher auf das Holz wirkt, und er muß daher oft durch wiederholtes Streichen erneuert werden. Der Ziehklingenstahl hat eine Länge von etwa 100mm, im Querschnitte eine ovale Gestalt und läuft verjüngt in eine stumpfe Spitze aus; er wird in ein hölzernes Heft gefaßt. Sehr gewöhnlich bedient man sich statt desselben einer abgenutzten Feile, von welcher man den Hieb abgeschliffen hat. Die Ziehklinge wird frei in der Hand (wenn man sie an der langen Kante auf großen Flächen gebraucht, mit beiden Händen) geführt, indem man sie geneigt aufsetzt und mit gehörigem Drucke gegen sich zieht. Die Richtung der Bewegung geht nach jener Seite, auf welcher die Fläche der Klinge mit der Holzfläche den spitzen Winkel bildet, und zugleich nach dem Laufe der Holzfasern; jedoch muß die Kante des Werkzeuges nicht rechtwinklig sondern etwas schräg die Fasern durchkreuzen. Diese Stellung ist besonders wichtig dort, wo Leimfugen sich befinden, damit diese nicht von der ganzen Klinge im nämlichen Augenblicke berührt werden, weil ohne diese Vorsicht die Fugen sich aufschinden und die zusammengeleimten Ränder rauh werden. Gegen Ende der Arbeit vermindert man den Druck der Ziehklinge, um eine desto feinere Glättung zu bewirken. Bei sehr verwachsenem Holze (dessen Fasern unregelmäßig durch einander laufen) ist es nöthig, das Abziehen zu verschiedenen Malen in entgegengesetzten Richtungen vorzunehmen.

Die englischen Tischler gebrauchen die Ziehklinge nicht frei in der Hand, sondern führen sie an einem hölzernen Griffe, in dessen Spalt sie eingeklemmt wird[1]). Diese Einrichtung ist wenigstens in Hinsicht auf Bequemlichkeit eine Verbesserung zu nennen, da die nicht in Holz gefaßten Ziehklingen durch ihre bei raschem Arbeiten eintretende starke Erwärmung, und durch ihre scharfen Kanten, öfters der Hand beschwerlich fallen.

Der Schabhobel (S. 713) kann in manchen Fällen statt der Ziehklinge angewendet werden, wenn man dessen Eisen so stellt, daß es nur äußerst feine Späne nimmt. — Bei der Bearbeitung des Holzes auf der Drehbank ist der Gebrauch eines Glasscherbens (S. 739) dem Abziehen mit der Ziehklinge nahe zu vergleichen. — Der Ziehklinge bedient man sich auch, um alte Politur, alten Farbeanstrich, Schmutz 2c. von Holzgegenständen abzuschaben.

II. Das Schleifen (polir).

Um die abgezogenen Holzflächen noch weiter zu verfeinern, bedient man sich verschiedener Schleifmittel:

1) Bimsstein (S. 415) wird am allgemeinsten angewendet, namentlich bei größeren ebenen Flächen; meistentheils in ganzen Stücken, nicht selten aber auch als Pulver. Um mit ganzem Bimsstein zu schleifen, sägt man (mit einer alten abgenutzten Säge) ein großes Stück Bimsstein mitten durch, und reibt die (eingeölten) Schnittflächen an einander ab, sodaß sie eben und glatt werden. Ein solches flaches Stück wird auf dem Holze mit angemessenem Drucke, quer über die Fasern (zuletzt auch nach der Länge) hin und her, zuweilen im Kreise herum, geführt. Dabei wird das Holz mit Leinöl benetzt oder mit Talg (von manchen Tischlern mit Schweinschmalz) bestrichen. Leinöl wird in der Regel angewendet; Talg fast nur dann, wenn man das vom Oel beförderte Nachdunkeln des Holzes (S. 610) möglichst verhindern will, z. B. bei Mahagoni. Manche gebrauchen eine Mischung von Leinölfirniß und mehr oder weniger Terpentinöl. Mit Wasser schleift man ebenfalls, aber bloß bei sehr weißen Holzarten, deren helle Farbe man ganz unverändert zu erhalten wünscht. — Der Bimsstein enthält öfters harte und grobe Theile, welche Ritzen in das Holz machen, weshalb man denselben aufmerksam versuchen und nur die besten Stücke anwenden muß. Der künstliche Bimsstein (S. 416) wird in dieser Beziehung sehr geschätzt.

Das Schleifen mit Wasser ist ein Nothmittel, zu dessen Anwendung man nur aus dem angegebenen Grunde und daher in wenigen Fällen schreitet, denn die dabei stattfindende Durchnässung des Holzes führt öfters Gefahr des Werfens herbei und die geschliffene Fläche verliert außerdem beim nachherigen Trocknen mehr oder weniger ihre größte Glätte, weil (namentlich wenn das Holz nicht von sehr feiner, dichter, gleichartiger Textur ist) verschiedene Theile derselben in verschiedenem Maße sich zurückziehen. — Leinölfirniß ist (obwohl er die Farbe des Holzes mehr verdunkelt) im Allgemeinen viel zweckmäßiger zum Schleifen, als gewöhnliches Leinöl, da er — wenn die geschliffene Arbeit ein paar Tage hingestellt wird — zu einer festen Substanz eintrocknet, wogegen das Oel flüssig bleibt, dann später durch die Politur herausdringt und die bekannten matten Flecken verursacht. Zwar ist diesem Nachtheile dadurch zu begegnen, daß man die geschliffenen Gegenstände erwärmt, wobei Oel herausschwitzt, welches man sorgfältig abwischt; allein die Erwärmung kann nicht auf alle Arbeitstücke ohne Nachtheil angewendet werden. Den zum Schleifen dienlichen Firniß bereitet man auf eine von folgenden Arten: a) durch 1- bis 2stündiges Kochen von 16 Theilen recht alten Leinöles mit 1 Th. feinzerriebener Bleiglätte, Klären durch ruhiges Stehen während einiger Tage, Abgießen, Vermischung mit dem halben Volumen Terpentinöl; b) Versetzung von 500 g Leinöl mit einigen Eßlöffel voll Trockenöl (Siccativ, siccatif, *dryer*) — dessen weiter unten bei Gelegenheit der Oelfarbenanstriche gedacht wird — und Zumischung von soviel Terpentinöl, daß die nöthige Dünnflüssigkeit erlangt wird. Das Siccativ erzeugt eine

[1]) Werkzeugsammlung, S. 223. — Karmarsch, Mechanik, S. 87.

dunkle Färbung des Firnisses und folglich des geschliffenen Holzes. — Will man beim Schleifen dem Holze eine röthliche Farbe ertheilen, so färbt man das zur Verdünnung des Leinölfirnisses angewendete Terpentinöl vorläufig durch Alkannawurzel. Harte weiße Hölzer erhalten eine Mahagonifarbe, wenn man bei lange fortgesetztem Schleifen mit Bimsstein Leinölfirniß gebraucht, worin Englischroth und Drachenblut verrieben sind. — Der Bimsstein, zum Schleifen mit Firniß gebraucht, überzieht sich nach und nach mit einer erhärtenden Kruste eingetrockneten Firnisses, und greift dann das Holz nicht mehr an: um dem soviel möglich vorzubeugen, ist zu rathen, daß man nach jedesmaligem Gebrauche den Bimsstein sorgfältig reinige und in einer dicht verschlossenen blechernen Büchse vor Luft geschützt aufbewahre.

Das Schleifen mit zerstoßenem (und fein durchgesiebtem, allenfalls auch geschlämmtem) Bimsstein wird auf die Weise verrichtet, daß man dieses Pulver auf einen leinenen Lappen streut, einige Tropfen Leinöl oder Baumöl hinzu giebt, und damit das Holz in allen Richtungen überreibt. Man pflegt in diesem Falle das Schleifen mit Sand- oder Glaspapier (S. 777) anzufangen, und mit Bimsstein nur zu vollenden. Namentlich ist dieses Verfahren bei den französischen Tischlern üblich, welche auch wohl statt reinen Oeles eine durch Erhitzen bereitete Zusammensetzung aus gleichen Gewichtsmengen Leinöl und venetianischem Terpentin anwenden und diese Mischung beim Schleifen von Mahagoni- oder Kirschbaumholz durch etwas Alkannawurzel roth färben. Gesims- oder Leistenwerk schleift man mit Bimssteinpulver, indem man letzteres auf ein mit Oel benetztes Stück Pappelholz streut, welches ebenso (nur entgegengesetzt) ausgekehlt ist, wie die Arbeit selbst.

In jedem Falle muß, wenn das Schleifen mit Oel oder überhaupt mit Fett verrichtet worden ist, dieses nebst dem Schleifschmutze sogleich nachher sorgfältig soweit möglich wieder weggeschafft werden. Zu diesem Behufe reibt man die Arbeit zuerst mit feinen Sägespänen und dann mit Kreidepulver, Tripel oder Ziegelmehl (welches durch Aneinanderreiben zweier Ziegel erhalten wird). Letztere drei Substanzen werden in ein Leinwandsäckchen eingefüllt, welches man an der Holzarbeit ausklopft, damit nur die feinsten Theilchen durchgehen; dann reibt man das Pulver mit einem Stückchen Filz, einem wollenen Lappen oder weichem Löschpapier aus einander (Abtripeln). Zuletzt wird das Holz mit feiner Leinwand gereinigt. Je fleißiger man bei dem Entfetten verfährt, desto besser ist dies hinsichtlich des nachher folgenden Polirens.

2) Fischhaut (peau de chien de mer, peau de chien, *fish skin*), die getrocknete Haut mehrerer Haifisch-Arten, taugt durch die feinen und scharfen Erhöhungen, womit ihre ganze Oberfläche dicht besetzt ist, zum Schleifen des Holzes (peau-de-chienner), wurde auch ehemals häufig dazu angewendet; allein gegenwärtig gebraucht man sie nicht mehr, sowohl des hohen Preises wegen, als weil ihr Korn von sehr ungleicher Feinheit ist und sie keinen Vorzug vor Bimsstein und Sandpapier hat. Der Kopf ist der gröbste Theil, der Schwanz und die Flossen sind am feinsten.

3) Schachtelhalm (prêle, queue de cheval, *horse tail*, *dutch rush*). Die hohlen, gegliederten, der Länge nach gefurchten, rauhen Stengel dieser Pflanze sind reich an Kieselerde (7 bis 12 Prozent im getrockneten Zustande), und eignen sich dadurch als ein gutes Schleifmittel. Unter den verschiedenen Arten soll Equisetum palustre, nach Anderen E. hyemale, am besten sein. Man wendet die Stengel (nachdem die Gelenke herausgeschnitten sind) im trockenen Zustande an, weil sie naß sehr wenig angreifen; doch dürfen sie nicht zu trocken sein, weil sie sonst gar leicht zerbrechen. Gewöhnlich erhalten sie die zweckmäßige Beschaffenheit schon, wenn man die feuchte Luft aus dem Munde durch die Höhlung der Stengel bläst. Beim Gebrauch des Schachtelhalmes legt man mehrere Stücke parallel neben einander, und schiebt sie der Quere nach mit den Fingern beider Hände vor- und rückwärts; auf kleinen Arbeitstücken wendet man ein einzelnes Stück und nur die Finger der einen Hand an.

Das Schleifen mit Schachtelhalm (das Schachteln, prêler) wird auch von den Holzdrechslern auf der Drehbank ausgeführt, indem man einen Stengel an die sich umdrehende Arbeit hält. Manchmal schneidet man die Stengel der Länge nach auf, breitet sie flach aus und leimt sie mit der inneren Seite auf ein Holzstäbchen, welches dann nach Art der bei Metallarbeiten gebräuchlichen Schmirgelhölzer (S. 418) benutzt wird. — Gegenwärtig hat der Gebrauch des Schachtelhalmes außerordentlich abgenommen.

4) Sandpapier und Glaspapier (S. 423) haben, beim Schleifen des Holzes, jetzt gänzlich die Fischhaut und fast allgemein auch den Schachtelhalm verdrängt, da man sie leicht in allen nöthigen Abstufungen der Feinheit erlangen kann und ihr Gebrauch sehr bequem ist. Man wendet sie trocken an und überreibt damit die Arbeitstücke, wobei man zwei oder drei Sorten Papier von steigender Feinheit des Kornes nach einander gebraucht. Da jedoch auf großen ebenen Flächen der Bimsstein immer den Vorzug behält, so dient das Papier in der Regel nur für kleine, und besonders für geschweifte oder verzierte Gegenstände. Wenn dasselbe sich mit den feinen vom Holze abgeriebenen Staubtheilen vollgestopft und deshalb seine Schärfe eingebüßt hat, kann man es durch Bürsten ein oder einige Mal wieder reinigen, bevor es unbrauchbar wird. Glaspapier hat durch seine größere Schärfe bei weitem den Vorzug vor Sandpapier. Um ebenflächige Gegenstände unter Benutzung elementarer Betriebskraft abzuschleifen, hat man seit Kurzem eigene Schleifmaschinen (*abrasive machines*) angewendet, deren wirksamer Theil eine mit Sandpapier überzogene Holzscheibe (*buffing wheel*) ist, die eine schnelle Drehungsbewegung empfängt; die Arbeitstücke (fertige Thüren ꝛc.) werden von Hand oder mittelst einer Tischführung an der ebenen oder cylindrischen Oberfläche dieser Scheibe vorübergeführt; es wird bei dieser Maschine außer der Schnelligkeit der Wirkung die — im Vergleich zur Handschleiferei — viel langsamere Abnutzung des Sandpapiers gerühmt. Auch für krummflächige Arbeitstücke (Radspeichen, Axthelme, Gewehrschäfte) verdienen solche Schleif- und Polirmaschinen Empfehlung. Das Sandpapier wird auf den erwähnten Scheiben mit einer aus Filz, Segeltuch und starkem Papier bestehenden weichen Schicht unterfüttert.

Schließlich ist anzuführen, daß die Drechsler eine Art Schleifung ihrer Arbeiten öfters dadurch bewirken, daß sie einen Haufen der eigenen Drehspäne des Holzes in der hohlen Hand zusammenfassen und an den in der Drehbank schnell umlaufenden Gegenstand andrücken. Es wird dadurch leicht und schnell eine solche Glätte des Holzes erreicht, daß dieses sogar einen sanften Glanz erhält.

III. Das Beizen (teindre, teinture, *staining*).

Das Beizen (Färben) der Holzarbeiten wird in dreierlei Absicht unternommen, nämlich a) um dem Holze irgend eine willkürliche, wenn auch in der Natur an Hölzern nicht vorkommende, Farbe als Verzierung zu ertheilen; b) um mit wohlfeilen inländischen Holzarten gewisse theure, außereuropäische, nachzuahmen; c) um schlichtem Holze durch theilweises Beizen (gleichsam Bemalen) das Ansehen zu geben, als ob es schön geflammt, geadert ꝛc. sei. In allen diesen Fällen besteht das Wesentlichste und einer Erklärung Bedürftige in der Bereitung der Beize oder färbenden Flüssigkeit, die man entweder kalt oder warm (mit Pinsel oder Schwamm) mehrmals aufstreicht, wohl auch mit dem hineingelegten Holze — falls dieses klein ist — kocht. Die zu beizenden Stücke werden vorher nur mit der Ziehklinge abgezogen, nach dem Beizen aber erst mit Bimsstein abgeschliffen (wobei mehr oder weniger die Farbe wieder abgeht), und endlich abermals gebeizt. Manche verrichten das Schleifen, um das Abgehen der Farbe zu verhindern, mit der warmen Beizflüssigkeit selbst (statt mit Oel); allein dieses Verfahren scheint eben keine Empfehlung zu verdienen, da Wasser oder wässerige Flüssigkeit beim Schleifen überhaupt keine so hohe Glätte erzeugt, als Fett (vergl. S. 775). Die Ursache, warum das Beizen dem Schleifen hauptsächlich vorausgehen muß, liegt darin, daß in Folge der starken, beim Beizen eintretenden Durchnässung viele weiche Theile des Holzes, welche von der Ziehklinge bloß niedergedrückt aber nicht weggenommen worden sind, wieder aufquellen und folglich die Oberfläche uneben machen. In manchen Fällen, z. B. bei Maserholz, ist es vortheilhaft, eine ungleichförmige, flammige Färbung zu bewirken. Man schabt hierzu das Holz mit einer nicht sehr scharfen Ziehklinge, färbt es sehr stark und tief, und zieht es erst nachher vollends ab. Indem die aufgekratzten Fasern mehr Farbstoff einsaugen, als

die dichten und glatten Theile, erscheinen jene zuletzt dunkler gefärbt, und der Maser tritt schöner hervor.

Dünne Blätter (Furnüre) etwa ausgenommen, ist die durch das Beizen erlangte Färbung eine nur oberflächliche, wenigstens nicht tief eindringende. Es hat indessen nicht an Versuchen gefehlt, ganze Baumstämme oder größere Holzstücke überhaupt, vor der Verarbeitung, vermittelst Behandlung in eigenen Apparaten[1]) mit färbenden Flüssigkeiten völlig zu durchdringen: die Resultate sind im Allgemeinen ungenügend geblieben.

Gewiß würde für die Kunst der Holzfärberei noch manches brauchbare neue Resultat zu gewinnen sein, wenn man die Grundsätze der Zeugfärberei in ganzer Ausdehnung (namentlich hinsichtlich der Benutzung verschiedener salziger Beizmittel) auf jene anwenden wollte, denn in ihrer chemischen Natur und in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe stimmt die Holzfaser im Wesentlichen mit der Leinen- und Baumwoll-Faser überein.

Nicht alle Holzarten lassen sich gleich gut, schön und dauerhaft färben, und auch nicht alle nehmen eine und dieselbe Beize gleich gut an. Die Gründe hiervon liegen in dem verschiedenen Alter des Holzes, in dessen geringerer oder größerer Dichtheit, in der mehr oder weniger bedeutenden Ungleichförmigkeit des Gefüges (hinsichtlich der Jahrringe und Spiegel), in der natürlichen Farbe der Hölzer, endlich in den mannigfaltigen Saftstoffen (S. 616), welche sie enthalten, und welche theils mehr oder minder der Einwirkung der Beizen widerstehen, theils wenigstens deren Erfolg modifiziren. Man darf daher nicht erwarten, verschiedene Hölzer bei einerlei Behandlung in völlig gleicher Schattirung, gleich schön und dauerhaft gefärbt zu erhalten; überhaupt ist es nicht möglich, unbedingt für alle Fälle gültige Vorschriften zu geben; vielmehr muß der Holzarbeiter nach den Umständen zu beurtheilen verstehen, ob und wiefern es nöthig sei, die Stärke der Farbeflüssigkeiten zu verändern, sie durch kleine Zusätze anderer Farbestoffe zu modifiziren, sie mehr oder weniger oft aufzutragen, verschiedene Beizen nach einander anzuwenden &c., um genau eine gewünschte Farbenabstufung zu erlangen. Die Auswahl des Holzes erfordert nicht weniger Rücksichten, indem das Gefüge und die Dichtheit oder die Porosität desselben, nebst den anderen schon genannten Eigenschaften, von so großem Einflusse ist. Um ein theures ausländisches Holz so viel möglich täuschend nachzuahmen, ist es nicht genug, die Farbe desselben hervorzubringen, sondern der Zweck wird nur erreicht werden, wenn man zugleich eine Holzart gebraucht, deren Textur nahe mit jener der nachzuahmenden Art übereinstimmt, wobei namentlich das Ansehen der Jahrringe und Spiegel zu beachten ist. Eine ganz gleichmäßige Farbe nehmen in der Regel nur solche Hölzer an, welche ein feines, sehr gleichförmiges Gefüge und besonders keine großen, stark glänzenden Spiegel (wie z. B. das Rothbuchenholz sie hat) besitzen. In dieser Hinsicht sind vorzüglich Birnbaum, Linde, Birke, Ahorn, Weißbuche, Ulme, Roßkastanie &c. tauglich. Daß man zu hellen Farben nur weiße Holzarten anwenden kann, versteht sich von selbst. Wo es möglich ist, soll man das Holz 1 bis 2 Tage lang in einem geheizten Raume liegen oder stehen lassen, bevor man zum Färben desselben schreitet, weil eine trockene Oberfläche die färbenden Flüssigkeiten besser einsaugt, als eine feuchte. Durch kaltes Beizen (wobei die Flüssigkeit im nicht erwärmten Zustande aufgetragen wird) entstehen gemeiniglich sanftere, lichtere und vergänglichere, durch heißes Beizen oder gar durch Kochen aber gesättigtere und haltbarere Farben.

1) Mahagoni-Farbe (Mahagoni-Beize). — Zur Nachahmung des Mahagoniholzes taugt unter den inländischen Hölzern am besten das des Nußbaumes und der Ulme, mit welchen die Täuschung auf den höchsten Grad gebracht werden kann. a) Man kocht Säge- oder Hobelspäne von Mahagoniholz mit reinem Regen- oder Flußwasser eine halbe Stunde lang, gießt hierauf die Flüssigkeit durch ein Tuch, reinigt den Kessel, setzt die Flüssigkeit abermals auf das Feuer, kocht sie etwa bis zum zehnten Theile ein und beizt damit das Ulmenholz. Die dadurch erlangte Farbe bleicht nicht ab, sondern wird mit der Zeit dunkler. Späne von dem schönsten Mahagoniholze geben die beste Beize. — b) Helles Nußbaumholz wird durch folgende Behandlung dem Mahagoni voll-

[1]) Brevets, IL. 194. — Bulletin d'Encouragement, IIL. (1849), p. 51. — Polyt. Journ., Bd. 112, S. 211. — Kronauer, Zeitschrift 1849, S. 83.

kommen ähnlich. Man reibt es mit Scheidewasser, dem ein wenig Wasser zugesetzt wurde, ab, und läßt es wieder trocknen. Dann löst man in 64 Theilen Weingeist 3 Theile feinstes Drachenblut nebst 1 Th. kohlensaurem Natron auf, und trägt diese Flüssigkeit mit einem weichen Pinsel auf das Holz, sodaß sie gut eindringt. Nach abermaligem Trocknen giebt man einen letzten Anstrich mit einer Auflösung von 12 Th. des besten Schellacks und 1 Th. kohlensaurem Natron in 256 Th. Weingeist. — c) Auflösung von Katechu, kochend mit doppeltchromsaurem Kali (3 bis 6 Prozent des angewendeten Katechu) versetzt, wird empfohlen. — d) 1 Th. zerschnittene Alkannawurzel, 2 Th. zerstoßene Aloe und 2 Th. zerstoßenes Drachenblut mit 32 Th. Weingeist bei gelinder Wärme behandelt; das Holz zuerst mit Salpetersäure gebeizt, dann mit vorstehender Flüssigkeit mehrmals bestrichen, schließlich mit altem Leinöl abgerieben.

2) Schwarz (Ebenholz-Beize). — a) Die gewöhnliche schwarze Holzbeize (zu welcher Birnbaum- und Lindenholz am besten sich eignen, die aber auch öfters auf Ahornholz u. s. w. angewendet wird) ist eine der Schreibtinte in ihrer Zusammensetzung ähnliche Mischung. Es werden z. B. 8 Th. Blauholz in 288 Th. Wasser eine Stunde lang gekocht, wobei man das verdampfende Wasser allmälig wieder ersetzt. In dem abgegossenen Dekokte werden 32 Th. aleppische Galläpfel eine Stunde lang gekocht, indem man wieder durch Zugießen von Wasser den Topf stets zur anfänglichen Höhe gefüllt erhält. Der durchgeseihten Flüssigkeit setzt man 8 Th. weißkalzinirten Eisenvitriol und 1 Th. krystallisirten Grünspan zu, worauf man in diese heiße Brühe das Holz legt und es mehrere Tage, unter öfterem Wiedererhitzen, darin läßt. Auf größere Gegenstände trägt man die heiße Beize zu wiederholten Malen mit einem Schwamme oder Pinsel auf. — b) Eine andere sehr gute Vorschrift ist folgende: Man bereitet einen starken Absud von Blauholz, dem etwas Alaun zugesetzt wird, bestreicht damit (während er noch heiß ist) das Holz zu mehreren Malen und überfährt es nachher mit essigsaurer Eisenbeize (welche durch langes Stehen von Essig auf rostigen Eisenfeilspänen erhalten wird, aber auch ein Handelsgegenstand ist). — c) Ausgezeichnet gut, dabei wohlfeil und in Bereitung wie Anwendung sehr einfach, ist folgende Schwarzbeize: 8 Th. Blauholz-Extrakt werden zu Pulver gerieben, mit 512 Th. kochenden Wassers übergossen; nach erfolgter Auflösung setzt man 1 Th. gelbes chromsaures Kali zu und schüttelt einige Mal gut um. Diese Flüssigkeit ist beliebig lange aufzubewahren, wird ohne Erwärmen 3 oder 4 Mal auf das Holz gestrichen, und erzeugt ein sattes Schwarz, welches durch Firnissen oder Poliren den höchsten Grad der Schönheit annimmt. — d) Eichenholz wird schön schwarz, wenn man es 2 bis 3 Tage lang in eine konzentrirte warme Alaunauflösung legt, sodann mit Blauholzabsud, dem etwas Indigkarmin zugesetzt ist, bestreicht, nach dem Trocknen mit einer Auflösung von Grünspan in heißem Essig kräftig einreibt, und die wechselweise Behandlung mit Blauholzabsud und Grünspanlösung so oft als nöthig wiederholt.

3) Roth. — a) Aus Kochenille (Scharlachroth). 1 Th. fein zerriebene Kochenille wird mit 4 Th. Weinstein und 160 Th. Wasser in einem irdenen, zinnernen oder gut verzinnten kupfernen Gefäße abgekocht, durchgeseiht und mit ein paar Th. Zinnauflösung versetzt. — b) Aus Fernambukholz. Man kocht 8 Th. dieses Holzes mit 1 Th. Alaun in Wasser bis aller Farbestoff ausgezogen ist, tränkt das Holz mit Alaunauflösung (besser mit Zinnauflösung), und behandelt es dann durch Einlegen oder Bestreichen mit der rothen Flüssigkeit. Indem man dem Fernambukholze beim Abkochen Gelbholz in verschiedener Menge zusetzt, kann man mancherlei Abstufungen von Gelbroth und Orange erzeugen. — c) Aus Krapp. Man zieht 5 Th. gepulverte Krappwurzel mit 48 Th. Wasser bei einer die Kochhitze nicht ganz erreichenden Temperatur aus, setzt etwas Zinnauflösung zu, und behandelt damit das, vorher mit Alaunauflösung angebeizte, wieder getrocknete Holz. — d) Karmesinroth. In 64 Th. Wasser kocht man 1 Th. fein zerriebene Kochenille nebst 2 Th. Weinstein; dann mischt man 6 Th. Zinnauflösung und so viel Salmiakgeist hinzu, als erforderlich ist, die Karmesinfarbe vollkommen zu entwickeln. Das Holz muß einige Tage in dieser Flüssigkeit liegen. — e) Kirschbaumholz nimmt eine schöne bräunlichrothe Farbe an, wenn man es mit dicker Kalkmilch bestreicht, diese darauf trocknen läßt und hernach die Kruste abbürstet, deren letzte Reste nöthigenfalls mit einem feuchten Schwamme weggenommen werden.

4) Violet. — a) Man legt das nach 3, b, mit Fernambuk roth gefärbte Holz in eine schwache Pottasche-Auflösung. — b) Man tränkt das Holz mit einer verdünnten Kupfervitriol-Auflösung, und färbt es, wieder getrocknet, mit einem unter Alaun-Zusatz gemachten Absude von 1 Theil Blauholz und 2 Theilen Fernambukholz. — c) Man

bereitet mit Wasser, dem man Alaun zugesetzt hat, einen Absud von Kochenille, und vermischt diesen mit schwefelsaurer Indigauflösung bis zum Erscheinen der gewünschten Schattirung.

5) Braun. — a) Man bestreicht das Holz mittelst eines leinenen Läppchens mit Scheidewasser (oder mit einer Auflösung von Eisenvitriol in 8 Theilen Wasser, der man etwas Scheidewasser zugesetzt hat), und erwärmt es kurze Zeit gleichmäßig über glühenden Kohlen oder an einem geheizten Ofen. — b) Man löst 1 Theil Kasselerbraun (eine Art Braunkohle) durch Kochen in Aschenlauge oder in einer Lauge von 1 Theil Soda und 4 Theilen Wasser. — c) Die Farbe des Nußbaumholzes wird durch einen starken Absud der grünen Nußschalen in Wasser nachgeahmt, dem man etwas Orlean, mit Wasser und ein wenig Pottasche abgekocht, beimischen kann, um das Braun röthlich zu machen. — d) Das mit Fernambukholz (nach 3, b) roth gefärbte Holz wird braun, wenn man es in eine mit Wasser verdünnte salpetersaure Eisenauflösung legt. — e) Grünlichbraun. Das Holz wird in einem Absude von Querzitronrinde und dem doppelten Gewichte Wasser gebeizt, dann mit einer Auflösung von 1 Th. Eisenvitriol und zwei Theilen Alaun bestrichen. Das Beizen und Bestreichen wird abwechselnd wiederholt, bis die gewünschte Farbe erlangt ist. — f) Rothbraun. Man beizt mit einer Kupfervitriol-Auflösung vor, und bestreicht nach dem Trocknen mit einer durch etwas Schwefelsäure geschärften Auflösung von Blutlaugensalz. — g) Hellen Holzarten (Esche, Ahorn ꝛc.) giebt man ein gutes Rothbraun, indem man sie zuerst mit einer Auflösung von Katechu (durch Kochen in Wasser unter Zusatz von kohlensaurem Natron dargestellt) behandelt, dann in eine Auflösung des doppeltchromsauren Kali legt. — h) Die Auflösung des doppeltchromsauren Kali allein ertheilt dem Nußbaumholze eine angenehme tiefbraune Farbe. — i) Buchsbaumholz erhält eine hell mahagonibraune Farbe, wenn man es schnell mit einem in rauchender Salpetersäure schwach benetzten Läppchen überfährt, hierauf mit einem reinen Lappen ganz trocken abputzt, endlich mit Leinöl einreibt. — k) Eine ziemlich gute Nachahmung des Jakaranda-Holzes wird dadurch erreicht, daß man Buchenholz zwei Mal mit Fernambukabsud, dann ein Mal mit essigsaurem Eisenoxyd (S. 779) beizt, ferner um die hellen Stellen zu bilden eine in verdünnte Schwefelsäure getauchte Federfahne entsprechend darüber führt, und schließlich mit durch Drachenblut rothgefärbter Schellackpolitur polirt. — l) Bestreichen mit konzentrirter Auflösung von übermangansaurem Kali (mineralischem Chamäleon) ertheilt verschiedenen Holzarten (Birnbaum, Kirschbaum) schöne Schattirungen von Braun.

6) Grau. — Verschiedene Schattirungen dieser Farbe erhält man durch die mehr oder weniger mit Wasser verdünnte Schwarzbeize (2), welcher man nach Erforderniß kleine Mengen von Roth und Blau oder von Roth und Gelb zutröpfelt.

7) Blau. — a) 1 Th. feingepulverten guten Indig löst man in 4 Th. rauchender Schwefelsäure auf, setzt nach erfolgter Auflösung 64 Th. Wasser hinzu, und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden. Es werden nun weiße wollene Läppchen hineingebracht, welche binnen 24 Stunden den blauen Farbstoff aufnehmen und eine schmutzige Flüssigkeit zurücklassen. Die Läppchen werden so lange in kaltem Flußwasser gewaschen, bis dieses hell davon abläuft; dann übergießt man sie mit 32 Th. Wasser, worin 1 Th. Pottasche aufgelöst ist, und erhitzt alles zum Sieden, wodurch die blaue Farbe fast vollständig in die Flüssigkeit übergeht. Letztere versetzt man nun mit so viel Schwefelsäure, daß sie schwach sauer schmeckt, giebt 2 Th. Alaun hinzu und färbt das Holz bei Milchwärme. Zu Hellblau wird die Farbeflüssigkeit mit der erforderlichen Menge Wasser verdünnt. Man kann auch die Auflösung des Indigs mit Schwefelsäure ohne weitere Zubereitung (nur gehörig mit Wasser verdünnt) zum Färben gebrauchen, besonders wenn man ihr auf jeden darin enthaltenen Th. Indig 1 Th. Pottasche zusetzt. — b) Das Holz wird mit einer Auflösung von eisenfreiem Kupfervitriol getränkt, und nach dem Trocknen mit einem heißen Absude von Blauholz bestrichen.

8) Gelb. — a) Man beizt das Holz in Alaunauflösung (oder Zinnauflösung), und färbt es in einem Absude von Gelbholz oder Querzitronrinde. Schwache Pottasche-Auflösung macht die Farbe dunkler. — b) Man beizt das Holz einige Stunden lang in einer Alaunauflösung, welche auf 30 Theile Wasser 1 Theil Alaun enthält, färbt es in einem mit Wasser bereiteten Absude von Kurkumewurzel, legt es einige Stunden in kaltes Wasser und trocknet es endlich ab. Pottasche macht diese Farbe rothbraun. — c) Scheidewasser, entweder unvermischt oder mit wenig Wasser verdünnt, färbt (mäßig und vorsichtig aufgestrichen) das Holz gelb; doch muß man sich in Acht nehmen, dieses Mittel bei Arbeiten zu gebrauchen, an welchen eiserne oder messingene Beschläge ꝛc. sich befinden, denn die Metalle rosten von der Ausdünstung des Scheidewassers, welche noch

nach ziemlich langer Zeit stattfindet. — d) Orange erhält man auf die unter 3, b angezeigte Weise. Ein hohes Orangengelb liefert Orlean, wovon man 2 Theile, fein zerrieben, mit 4 Theilen Pottasche und 20 Theilen Wasser abkocht, worauf die Flüssigkeit vor der Anwendung mit 1 Th. Salmiakgeist versetzt wird.

9) Grün. — a) Man tränkt das Holz mit einer Auflösung von krystallisirtem Grünspan in dem zwölffachen Gewichte Wasser. — b) Man löst 1 Theil französischen Grünspan und 1 Theil Weinstein zusammen in 8 Theilen starkem Essig auf, indem man die Mischung in einer Flasche an einen warmen Ort stellt. — c) Man färbt das Holz zuerst (nach 8, a) gelb, und behandelt es sodann mit der blauen Farbeflüssigkeit aus Indig (7, a) oder noch ein Mal mit dem Gelbholzabsude, dem aber jetzt die erforderliche Menge Indigauflösung zugesetzt ist.

IV. Das Poliren *(polishing).*

Ein Poliren in dem Sinne wie es bei Metallen stattfindet (S. 424), ist bei Holz unmöglich, theils wegen dessen geringer Härte überhaupt, theils wegen seiner sehr hervortretenden Struktur und der sehr ungleichen Härtegrade in den verschiedenen Theilen einer Fläche. Man versteht daher unter Poliren der Holzarbeiten etwas wesentlich Anderes, nämlich die Hervorbringung eines hohen, spiegelartigen Glanzes vermöge eines durch Reibung aufgetragenen firnißartigen Ueberzuges. Nach der Natur dieses letzteren ist zu unterscheiden: die Wachs-Politur und die Schellack-Politur.

Wachs-Politur (poli à la cire, *wax polishing*). — Das Poliren mit Wachs (Wichsen, Bohnen, cirer) wird bei Möbeln ziemlich selten angewendet, und insbesondere bloß bei solchen von geringerer Art, z. B. aus Eichenholz; dagegen sehr gewöhnlich bei Fußböden. Man gebraucht als Polirwachs, Bohnwachs (cirage) entweder reines (weißes oder gelbes) Wachs, oder eine durch Zusammenschmelzen bereitete Mischung aus Wachs und etwas Terpentin, reibt damit die Holzfläche, breitet das, was sich angehängt hat, durch fortgesetzte Reibung mit einer steifen Bürste, dann mit einem Stücke Kork gleichmäßig aus, nimmt den etwaigen Ueberfluß mittelst einer stumpfen Ziehklinge ab, und reibt endlich noch so lange mit einem wollenen Lappen, bis der Glanz gehörig zum Vorscheine gekommen ist. Um die gelbe Farbe des Eichenholzes zu erhöhen, kann man dasselbe, vor dem Aufstreichen des Wachses, sehr dünn mit zartgepulvertem gelben Ocher bepudern, oder auch letzteren dem Polirwachse selbst zusetzen (indem man es schmelzt und den Ocher einrührt). — Die Wachs-Politur gewährt nie einen sehr vorzüglichen Glanz, ist bei warmer Luft etwas klebrig, und hebt auf feinen Hölzern die Adern oder Zeichnungen nicht lebhaft genug hervor; dagegen hat sie den Vorzug, daß sie von dem Ungeübtesten leicht — wenn sie matt geworden ist — durch Bürsten oder durch Reiben mit Wollenzeug aufgefrischt werden kann.

In Frankreich bedient man sich unter dem Namen encaustique oder pâte à vernir einer Mischung aus Wachs und Terpentinöl zum Poliren statt des reinen Wachses. Man bereitet dieselbe, indem man 10 Theile gelbes (besser weißes) Wachs bei gelinder Wärme schmelzt, 4 bis 7 Theile Terpentinöl zumischt, und das Ganze bis zum Erkalten beständig rührt. Es entsteht auf diese Weise eine Art steifen Teiges, welcher sich viel leichter ausstreichen läßt als Wachs. Nimmt man eine kleine Menge davon auf einen Lappen, reibt sie auf dem Holze auseinander, bearbeitet letzteres dann mit einer Bürste und endlich mit einem feinen Stücke Wollenzeug, so entsteht ein gleichförmiger, äußerst dünner, stark glänzender Wachs-Ueberzug, welcher nur den Fehler hat, daß er nicht genug Körper besitzt, um die Poren des Holzes gehörig auszufüllen. Nöthigenfalls wird der Auftrag wiederholt. Will man diese Politur roth färben, so digerirt man das Terpentinöl mit Alkannawurzel und filtrirt es davon ab, bevor es dem Wachse zugesetzt wird. Um den unangenehmen Terpentingeruch zu mildern, kann man einen Theil des Terpentinöls durch Lavendelöl (welches freilich viel theurer ist) ersetzen. Manche geben zu der schon halbfest gewordenen Mischung aus Wachs und Terpentinöl ein Drittel ihres Gewichtes starken Weingeist, der durch das bis zum gänzlichen Erkalten fortgesetzte Rühren innig damit vermengt wird. Auch wird empfohlen, 4 Theile gelbes Wachs mit 1 Th.

Kolophonium zusammenzuschmelzen und nach Entfernung vom Feuer 1 Th. Terpentinöl zuzusetzen, worauf man bis zum Erkalten umrührt. Alle diese Zusammensetzungen haben den unangenehmen Terpentingeruch, der nur allmälig vergeht.

Geruchlose Wachsseife zum Bohnen der Fußböden (Fußbodenwichse) wird auf folgende Weise bereitet und angewendet: Man schmelzt 5 kg zerschnittenes gelbes Wachs mit 8 kg Regenwasser, rührt die abgeklärte Auflösung von 2 kg Pottasche in 4 kg Wasser langsam hinzu, läßt kochen und setzt schließlich das Rühren bis zum Erkalten fort. Zur Färbung wird hernach etwas Eisenocher und Umbra, mit Wasser angerührt, vorstehender Flüssigkeit sorgfältig beigemischt. Beim Gebrauch streicht man diese Mischung mittelst eines Pinsels auf den reingescheuerten trockenen Fußboden, läßt einige Stunden Zeit zum Trocknen, reibt endlich mit der Bürste und dem wollenen Lappen. — Nach einer etwas abweichenden Vorschrift werden 1 kg weißes Wachs, 0,4 kg Pottasche, 0,3 kg Ocher, 0,4 kg ungebrannte Terra di Siena und 0,1 bis 0,2 kg Orlean mit 12 kg Wasser zwei Stunden lang unter fleißigem Rühren gekocht; die Masse trägt man heiß mit dem Pinsel auf, wonach übrigens wie vorstehend verfahren wird. Die angegebene Menge reicht etwa für 70 □m Fußbodenfläche hin. — 4 Theile Stearinsäure (das Material der gewöhnlich sogenannten Stearinkerzen), 1 Theil gelbes Wachs, etwa 1/4 Theil Pottasche, etwas Wasser, ein wenig Seife zusammengeschmolzen, mit Terra di Siena, Umbra oder Ocher nach Belieben vermengt, geben eine Politur für Fußböden und ordinäre Möbel, welche nur mittelst eines Lappens aufgerieben zu werden braucht und kein Bürsten erfordert.

Alte gebohnte und schmutzig gewordene Fußböden reinigt man durch Abwaschen mit ätzender Kali- oder Natronlauge, darauf folgendes Abbürsten mit Sand und Wasser, abermaliges Waschen mit verdünnter Schwefelsäure (8 Wasser, 1 Vitriolöl) und schließliches Abputzen mit reinem Wasser. Die Farbe des Holzes kommt dadurch rein zum Vorschein, und nach völligem Trocknen kann von Neuem gebohnt werden.

2) **Poliren mit Schellack** (vernir). — Die Schellack-Politur, Wiener Politur, französische Politur (vernis, *french polish*) ist ein wahrer weingeistiger Schellack-Firniß, dem man oft noch andere Harze (Mastix, Sandarach) zusetzt, dessen Anwendung aber das Eigenthümliche hat, daß er nicht aufgestrichen, sondern aufgerieben wird, weil allein auf diese Weise ein ganz gleichförmiger, spiegelglatter Ueberzug dargestellt werden kann. Dieser Firniß giebt einen weit schöneren und dauerhafteren Glanz als das Wachs, und hat deshalb dieses letztere bei feinen Arbeiten allgemein verdrängt. Das Poliren mit der Schellack-Auflösung erfordert aber, wenn es vollkommen verrichtet werden soll, einen geduldigen und geschickten Arbeiter.

Zur Bereitung der Politur giebt es verschiedene Vorschriften. Am einfachsten verfährt man so, daß 1 kg Schellack (am besten von hell orangengelber Sorte), zu kleinen Stückchen zerbrochen, in einer Flasche mit 7 bis 8 kg 36gradigen Weingeistes (spezif. Gewicht 0,840 oder 88 Prozent nach Tralles) übergossen und längere Zeit an einem dem Sonnenscheine ausgesetzten Orte hingestellt wird. Man erhält so eine trübe Auflösung, welche nicht filtrirt zu werden braucht, da bei der Anwendung selbst ein Filtriren stattfindet, wie nachher sich zeigen wird. — 3 kg Weingeist, worin 280 g Schellack, 16 g Sandarach und 16 g Mastix (alles von der feinsten Sorte) mit Hülfe einer gelinden Wärme aufgelöst werden, geben eine sehr gute Politur; desgleichen 2,5 kg Weingeist, 190 g Schellack, 62 g Sandarach, 62 g Mastix; oder 0,5 kg Weingeist, 30 g Schellack, 15 g Sandarach. Man muß sich mit der Stärke der Politur (d. h. mit der Menge des Weingeistes im Verhältniß zu dem Harzgehalte) in gewissem Grade nach der Beschaffenheit des Holzes richten. Je poröser das letztere ist, je mehr es also einsaugt, desto stärker soll die Politur sein, d. h. desto weniger Weingeist ist zur Auflösung zu nehmen. Je größer die Menge des Mastix und Sandarachs gegen jene des Schellacks genommen wird, desto weicher und vergänglicher (der Abnutzung mehr unterworfen) fällt der durch das Poliren erzeugte Ueberzug des Holzes aus. — Oft wird die Politur gefärbt, namentlich roth (zum Gebrauch auf Nußbaumholz) durch Zusatz von Orseille oder Sandelholzspänen, undurchsichtig weiß durch Bleiweiß, schwarz (auf schwarzgebeizter Arbeit) durch Kienruß; aber niemals kann dieses Verfahren das etwa nöthige Beizen des Holzes ersetzen oder überflüssig machen, weil die Politur eine zu schwache, daher nicht intensiv genug färbende Decke bildet, auch die roth gefärbte bald

am Lichte ausbleicht, und dann die natürliche unansehnliche Farbe des Holzes sichtbar wird. Schwarzgebeizte Gegenstände erhalten ein besonders schönes Ansehen, wenn man (auf die unten anzugebende Weise) das Poliren mit Zusatz von Indig vollendet. Auf hellfarbigen Holzarten (z. B. Ahorn) ist die eigenthümliche braune Farbe des Schellacks störend, selbst wenn man die hellste Sorte dieses Harzes auswählt. Für solche Fälle leistet daher die Anwendung des gebleichten Schellacks gute Dienste. Eine bewährte Vorschrift zur Bereitung der weißen Politur ist folgende: Man löst 0,25 kg feinen lichtfarbigen Schellacks mit 0,1 kg krystallisirten kohlensauren Natrons und 6 kg Wasser in der Wärme auf und seiht die Auflösung durch Leinwand. Andererseits werden 0,3 kg besten Chlorkalkes mit 2,5 kg Wasser angerührt; man gießt nach vollendeter Absetzung des Unauflöslichen die klare Flüssigkeit ab, vermischt sie unter Umrühren mit 0,3 kg krystall. kohlensauren Natrons in 1,2 kg Wasser gelöst, läßt den sich bildenden Niederschlag vollständig zu Boden sinken, und gießt wieder klar ab: diese neue Flüssigkeit, durch Zusatz von Wasser bis zu 6 Liter vermehrt, ist die Bleichlauge (Chlornatron-Auflösung). Man fügt sie unter Umrühren zu der Schellacklösung und setzt danach noch etwas verdünnte Salzsäure zu, mit der Vorsicht, daß sich nichts ausscheidet, was durch gehöriges Rühren, langsames Zugießen und Vermeidung einer zu großen Menge Säure erreicht wird. Das Gemisch wird 1 bis 2 Tage in den Sonnenschein gestellt, dann (um die geringe Trübung zu beseitigen) filtrirt, mit ein wenig schwefeligsauren Natrons und endlich vorsichtig mit so viel Salzsäure, als zur Abscheidung des Schellacks eben erforderlich ist, versetzt. Durch Erwärmen bewirkt man das Zusammenballen des Harzes, welches schließlich herausgenommen und in reinem Wasser mehrmals ausgeknetet wird. Zur Darstellung der Politur wird dieses gebleichte Schellack zu gröblichem Pulver gestoßen, in gelinder Wärme getrocknet und im sechsfachen Gewichte 90prozentigen Weingeistes (spezif. Gewicht 0,833) aufgelöst.

Manches mittelst Chlor oder Chlorverbindungen gebleichte Schellack kommt im Handel vor, welches vermöge eines Rückhaltes von Chlor den Fehler hat, daß die daraus bereitete Politur den in Holzarbeiten etwa enthaltenen Metall-Einlegungen ihren Glanz nimmt, dieselben blind und unansehnlich macht. Für solche Fälle kann man die Entfärbung der Politur mittelst Kohle anwenden, welche auch überhaupt durch ihre Einfachheit sich empfiehlt, obwohl sie freilich in der Wirkung weniger vollkommen ist als die Chlorbleiche. Das rohe Schellack wird in dem fünffachen Gewichte 90prozentigen Weingeistes mit Hülfe einer gelinden Wärme aufgelöst: diese Flüssigkeit vermengt man mit so viel Thierkohle (gröblich gemahlenem Beinschwarz), daß ein sehr dünner Brei entsteht; dann setzt man sie in einer (zur Abhaltung des Staubes leicht verstopften) weißen Glasflasche eine Woche lang auf eine Stelle, wo sie möglichst direkt und anhaltend von den Sonnenstrahlen getroffen wird, schüttelt während dieser Zeit oftmals um, und filtrirt endlich durch graues Löschpapier. Sollte sie anfangs trüb oder zu braun durchgehen, so gießt man sie auf das Filter zurück, bis sie, vermittelst des wiederholten Durchlaufens durch die Kohle, ganz klar und nur noch bräunlich zum Vorscheine kommt.

Das Auftragen der Politur auf das fein geschliffene und nachher wieder von Oel gereinigte Holz (S. 776) geschieht in folgender Weise: Man benetzt ein Stück kleinlöcherigen Badeschwammes oder einen mehrfach zusammengelegten Lappen von lockerem wollenen Zeuge (am besten von einem abgetragenen Strumpfe), auch wohl ein Bäuschchen von Baumwolle oder Watte, mit der Schellack-Auflösung, schlägt (einfach oder doppelt) feine, reine und ziemlich abgenutzte Leinwand herum, deren Zipfel zu einem nach oben stehenden Handgriffe zusammengedreht werden, giebt auf die untere Seite des so gebildeten weichen und elastischen Ballens einige Tropfen klares Baum- oder Leinöl, und fährt nun in bald geraden bald kreisförmigen oder spiralartigen Zügen, unter gelindem Drucke dergestalt über die Holzfläche hin, daß soviel möglich alle Stellen gleichmäßig getroffen werden. Der Firniß filtrirt sich (wenn nicht zu viel davon genommen wurde) nur langsam durch die Leinwand, verbreitet sich auf dem Holze und trocknet darauf unter dem beständigen Reiben ein, sodaß er eine ganz glatte Fläche bilden muß. Das Oel erhält den Ballen schlüpfrig und erleichtert seine Bewegung; fühlt man, daß derselbe anzukleben Neigung zeigt, so versieht man ihn von Neuem mit ein paar Tropfen Oel. Sind Holz und Ballen trocken geworden

und hat ersteres den gehörigen Glanz angenommen, so ist die Arbeit beendigt; es wäre denn, daß die Firnißlage noch nicht stark genug gefunden würde, in welchem Falle das Verfahren ein oder einige Mal wiederholt werden muß. Ist der Firniß etwas stark (harzreich), so nimmt er nicht ohne Weiteres die erforderliche Spiegelglätte an: man muß dann zuletzt bloß mit Weingeist und etwas Oel (ohne Firniß) poliren, wodurch die Ungleichheiten gleichsam verwaschen werden.

Das Poliren mit Indig (S. 783) wird auf die Weise vorgenommen, daß man — nachdem mit gewöhnlicher Politur die Arbeit fast vollendet ist — eine sehr schwache Schellack-Auflösung anwendet, den damit benetzten Ballen mit fein zerriebenem Indig bepudert, den Leinwandlappen wie sonst herumschlägt, und übrigens nach der schon beschriebenen Art verfährt. Die feinsten Indigstäubchen werden von der Flüssigkeit mit durch die Leinwand genommen und geben dem schwarzen Holze eine ausgezeichnet tiefe Farbe.

Das Poliren muß mit größter Sauberkeit, in einem von Staub freien Lokale und nahe an einem Fenster vorgenommen werden (letzteres, damit der Fortgang der Arbeit leicht zu beobachten und jedem Fehler sogleich abzuhelfen ist); zur Winterzeit muß der Arbeitsraum geheizt sein, weil in der Kälte der Firniß krümelig wird und sich ungleich ausbreitet. Nie darf der Ballen ruhig auf einer Stelle bleiben, weil er dann in gewissem Grade anklebt und einen häßlichen Flecken verursacht. Sehr wichtig ist es, daß das zum Schleifen des Holzes angewendete Oel nach Möglichkeit vor dem Poliren entfernt werde; wird dies versäumt, so schlägt das Oel durch die Politur und bildet nach einiger Zeit auf deren Oberfläche zahlreiche matte Flecken, welche eintrocknen und nur durch erneuertes Poliren wegzuschaffen sind (vergl. S. 775). Daher müssen so oft neue Möbel, an welchen man diesen Fehler bemerkt, nach ein paar Monaten nachpolirt werden. Talg, wenn es statt Leinöl beim Schleifen gebraucht wurde, schlägt entweder gar nicht durch, oder läßt sich — da es nicht trocknet — durch Abwischen entfernen. Hierin liegt also ein Vorzug des Talges. Holzarten mit starken Poren sind mühsam und langwierig zu poliren; man erleichtert sich die Arbeit und befördert die Schönheit durch vorangehende Ausfüllung dieser Poren, z. B. bei Nußbaumholz durch Leimtränkung, bei Eichenholz durch Ueberwischen mit einem Gemenge aus Gypspulver und Schellackauflösung (Politur).

Kleine Arbeitstücke, welche nicht durch sich selbst fest stehen oder liegen, werden beim Poliren auf der Hobelbank oder in einem eigenen Polir-Rahmen[1]) eingespannt. Zu Säulen, Walzen und dergleichen runden Gegenständen gebraucht man die Hobelbank, versieht aber diese mit hölzernen Bankhaken (S. 671) mit langen eisernen Spitzen in den Köpfen, welche eine Achsendrehung des zwischen ihnen eingespannten Stückes zulassen.

Man hat sich bemüht, eine Kopal-Politur statt der mit Schellack bereiteten in Anwendung zu bringen, indem jene durch Farblosigkeit, besondere Härte und vorzüglichen Glanz sich auszeichnet. Da indessen die Bereitung eines weingeistigen Kopalfirnisses mit einiger Weitläufigkeit verbunden ist und derselbe ziemlich theuer zu stehen kommt, auch (mit Weingeist allein bereitet) immer dünn ausfällt, so hat er keinen Eingang gefunden.

Das Poliren gedrechselter Waren unterscheidet sich von dem der Tischlerarbeiten nur dadurch, daß es auf der Drehbank geschieht, indem man einen wie oben zubereiteten, mit Politur und Oel versehenen Ballen an den in Umdrehung begriffenen Gegenstand anhält.

Schmutzig gewordene polirte Holzarbeiten können mittelst eines Schwammes mit reinem Wasser oder Seifenwasser abgewaschen werden. Hat die Politur mit der Zeit ihren Glanz verloren, so läßt sich dieser bis zu einem gewissen Grade wiederherstellen, indem man sich einer aus 2 Theilen Stearinsäure und 3 Th. Terpentinöl bereiteten Salbe bedient, welcher eine der Holzart entsprechende Farbe (z. B. für Mahagoni ein wenig Karmin) zugesetzt ist. Man hobelt die Stearinsäure zu Spänen, welche von selbst in Pulver zerfallen, vermischt sie mit dem Terpentinöle, schmelzt im Wasserbade, rührt die Farbe ein, gießt in ein kaltes Gefäß aus und rührt bis zum gänzlichen Erkalten um. Von dieser Salbe trägt man eine sehr geringe Menge mittelst eines Läppchens auf, wonach man mit einem reinen trockenen Stücke feinen Seidenzeuges reibt, bis der gehörige Glanz hervorkommt.

---

[1]) Berliner Verhandlungen, XX. (1841), S. 104.

V. Das Oeltränken (Einlassen mit Oel).

Eine Zubereitung, welche bei geringen, nicht polirten Arbeiten aus Tannen-, Eichen-, Buchenholz ꝛc. oft vorgenommen wird, um dieselben gegen den Einfluß der Feuchtigkeit zu schützen, wonach zugleich die Farbe des Holzes mehr Dunkelheit und dadurch ein besseres Ansehen erhält, auch Schmutz weniger leicht haftet und das Abwaschen mit Wasser erleichtert wird. Man bedient sich dazu des Leinölfirnisses (mit Bleiglätte gekochten Leinöles), welchen man aufstreicht und einreibt. Das Holz wird voraus nicht geschliffen, sondern nur mit der Ziehklinge abgezogen. Fußböden muß man drei Mal, mit Pausen von mehreren Tagen, mit dem heißgemachten Firnisse bestreichen.

VI. Das Anstreichen (Malen, peindre, *painting*).

Es sind hier hauptsächlich zu erwähnen: die Leimfarben-Anstriche, die Oelfarben-Anstriche, die wasserabhaltenden Anstriche für große im Freien stehende Gegenstände, die gegen Feuer sichernden Anstriche.

a) Anstreichen mit Leimfarben.

Als Leimfarben dienen: Bleiweiß, geschlemmter weißer Thon, Kreide, Chromgelb, Mineralgelb, Schüttgelb, gelbe Erde, Bolus, Ocher, Umbra, Braunroth, Grünspan, Berggrün, Schweinfurter Grün, Berlinerblau, Bergblau, Bremergrün, Ultramarin, Kienruß, Frankfurter Schwarz ꝛc., die theils einzeln, theils nach Erforderniß gemischt angewendet werden. Man reibt dieselben auf dem Reibsteine mit Wasser fein und rührt sie mit Leimwasser an. Das beim Gerinnen des Blutes sich abscheidende Blutwasser kann in manchen Fällen einen Stellvertreter des Leimes abgeben, muß aber frisch verbraucht werden, und läßt sich nur mit erdigen Farben (Kreide, Bolus, Gelberde u. s. w.) nicht aber mit metallischen, welche es zum Gerinnen bringen, mischen.

Die Gegenstände, welche angestrichen werden sollen, erhalten (nachdem etwa vorhandene kleine Löcher, Spalte und Gruben des Holzes mit Glaserkitt oder mit einer Paste von Leim und zerstoßener Kreide ausgefüllt sind) zuerst einen Grund, sie werden gegründet, grundirt (abreuver, imprimer, *priming*), d. h. dünn mit in Leimwasser angerührter Kreide bestrichen, um die Poren des Holzes auszufüllen und dessen Oberfläche zum Auftragen der Farbe vorzubereiten. Je schwammiger und einsaugender das Holz ist, desto stärker muß der Grund aufgetragen werden. Wenn dieser letztere ganz trocken geworden ist, erfolgt das Anstreichen mit der nach angegebener Art zubereiteten Farbe, wozu man sich eines großen weichen Borstenpinsels bedient, der gerade aufgesetzt und in langen Zügen nach der Richtung der Holzfasern geführt wird. Um einen gleichmäßigen Anstrich zu erhalten, muß derselbe dünn gemacht und nicht zu viel Farbe auf ein Mal in den Pinsel genommen werden. Aus den Vertiefungen von Schnitzwerk u. dgl., in welche die Farbe sich zu sehr hineingesetzt hat, wird das Ueberflüssige mit einem kleinen reinen Pinsel herausgeputzt. Die Farbe muß in dem Topfe oft umgerührt werden, damit sie immer die nämliche Schattirung behält und sich nicht zu Boden setzen kann; es ist besser sie lauwarm als kalt aufzutragen, weil durch die Wärme der Leim vollkommener flüssig wird. Da in der Regel das Anstreichen wiederholt werden muß, um einen hinreichend deckenden und gehörig dauerhaften Ueberzug zu erhalten, so muß jeder Anstrich völlig getrocknet sein, bevor man den folgenden giebt.

Die Leimfarben-Anstriche haben an sich keinen Glanz; man kann ihnen aber denselben ertheilen, indem man fein gepulvertes Federweiß (Talk) unter dieselben mengt, und den völlig trockenen Anstrich mit einer steifen Bürste anhaltend überreibt. Das unten ausführlicher zu erwähnende Wasserglas giebt den Leimfarben-Anstrichen, welche man mit dessen Auflösung überfährt, das glänzende Ansehen einer Oelfarbe, sowie die

Fähigkeit, sich naß abwischen zu lassen; ja die Wasserglas-Auflösung kann statt des Leimes selbst zum Anmachen der Farben gebraucht werden, und giebt dann Anstriche, welche an Glanz den Oelfarben-Anstrichen gleichen und vor diesen (wenn letztere frisch sind) den Vorzug der Geruchlosigkeit haben. Die Eigenschaft, der Nässe zu widerstehen (durch Feuchtigkeit nicht klebrig zu werden), erlangen auch gewöhnliche Leimfarben-Anstriche, wenn man sie nach dem Trocknen mit Alaun-Auflösung überfährt oder mit Galläpfelabsud in solchem Maße überstreicht, daß eine Erweichung des Leimes eintritt.

Als wohlfeile und dauerhafte Stellvertreter der Leimfarben sind hier die Milchanstriche und Käsefarben zu erwähnen.

Milchanstrich. Man reibt 2 kg an der Luft zerfallenen Kalk mit abgerahmter süßer Milch recht fein, gießt $1^1/_3$ kg gekochtes Leinöl (Leinölfirniß) und 125 g Terpentinöl dazu, mischt hierunter 12 kg gemahlene Kreide, welche vorläufig in Milch abgerieben ist, fügt endlich dem Ganzen noch so viel Milch bei als nöthig, um die zum Anstreichen erforderliche Verdünnung zu bewirken. Dieser weiße glanzlose Anstrich trocknet sehr bald und hält gut in der Nässe. Um ihn zu färben werden solche Erdfarben, welche der Kalk nicht verändert, zugesetzt, z. B. Indig, Braunroth, Ocher, schwarze oder grüne Erde u. dgl.

Käsefarbe. Man arbeitet 5 Raumtheile zu Pulver gelöschten oder an der Luft zerfallenen Kalk und 2 Rth. frischen Käse (von den Molken durch Ablaufenlassen und Ausdrücken befreite saure Milch) durch einander, bis die Masse flüssig ist, treibt sie sodann durch ein Haarsieb, gießt — da sie während des Durchlaufens sich verdickt — portionenweise abgerahmte süße Milch hinzu, bis sie vollständig durchgegangen ist, und verdünnt nöthigenfalls noch mit Milch. Beliebige Farben werden hier wie bei dem Milchanstrich hervorgebracht. Nachdem das Holzwerk mit Leimwasser gegründet worden ist (was man aber auch unterlassen kann), werden drei bis sechs Anstriche mit dieser Käsefarbe gegeben; nach dem Trocknen des letzten Anstriches kann demselben durch Reiben mit einem wollenen Lappen ein ziemlicher Glanz ertheilt werden. Für das Innere von Bücherschränken u. dgl. ist die Käsefarbe zu empfehlen.

b) Anstreichen mit Oelfarben.

Die Farbestoffe hierzu sind: Bleiweiß, Zinkweiß (Zinkoxyd), Permanentweiß (blanc fixe, d. i. auf nassem Wege bereiteter schwefelsaurer Baryt), Mineralgelb, Chromgelb, Schüttgelb, Ocher, Terra di Siena, Umbra, Kolkothar, Mennige, Braunstein, Berlinerblau, Indig, Ultramarin, Grünspan, Schweinfurter Grün, Bremergrün, Grüner Zinnober (auch Chromgrün genannt, ein Gemenge von Chromgelb und Berlinerblau), Beinschwarz, Frankfurter Schwarz, u. s. w. Man reibt die Farben mit Oelfirniß auf dem Steine (oder in einer Reibmaschine) ab, und setzt dann von demselben Firnisse noch so viel zu, als zur gehörigen Flüssigkeit erforderlich ist. Der Oelfirniß wird aus einem trocknenden fetten Oele durch drei- bis vierstündiges gelindes Kochen mit einem Zusatze von Bleiglätte (60 bis 120 g auf 1 kg Oel) dargestellt, indem das so zubereitete Oel dickflüssiger wird und die Eigenschaft erhält, weit schneller als im natürlichen Zustande zu einer zähen, gewissermaßen harzartigen Masse auszutrocknen, wenn es in dünnen Lagen der Einwirkung der Luft unterworfen wird. Am gewöhnlichsten bedient man sich des Leinöls; Nußöl oder Mohnöl ist aber für die Anwendung zu hellen Farben vorzuziehen, weil diese beiden Oele weniger gefärbt sind, als das Leinöl. Doch muß man auch, um einen möglichst hellen Firniß zu erhalten, das Oel nicht ganz bis zum Sieden, sondern etwas weniger, und dafür länger, erhitzen.

Die trocknende Eigenschaft des Oelfirnisses wird nicht nur durch Bleiglätte, sondern auch durch Mennige, Bleiweiß, Bleizucker, Zinkvitriol hervorgebracht, weshalb man oft einige dieser Stoffe nebst der Bleiglätte (oder auch wohl statt derselben) zusetzt, sowie man dieselben beim Anreiben der Farben beimischen kann. Auch Kochen mit gepulvertem Braunstein (10 Procent vom Gewichte des Oeles) macht das Leinöl trocknend: es ist gut, sich dieses Verfahrens zu bedienen, wenn man weißen Anstrich mit Zinkweiß herstellen will, weil dieses alsdann sich unter Einwirkung von Schwefelwasserstoff vollkommen weiß erhält. Besonders wirksam ist das borsaure Manganoxydul, welches man in der nöthigen Reinheit erhält, wenn man Chlormangan durch Kochen von Braunstein mit Salz-

säure bereitet, durch Sodalösung das Eisen ausfällt (bis eine Probe der Flüssigkeit mit Schwefelammonium einen rein fleischrothen Niederschlag giebt), nun filtrirt und heiß mit ebenfalls heißer Boraxlösung versetzt, den kaffeebraunen Niederschlag auswäscht und trocknet. 2000 Theile Leinöl mit 3 Th. dieses Präparates (unter allmäligem Zusetzen des Oeles) innig gemischt, dann eine Viertelstunde lang bis nicht ganz zum Kochen erhitzt, geben einen Firniß, welcher schneller trocknet als der mit Bleiglätte bereitete.

Am leichtesten ist ein guter Leinölfirniß auf folgende Weise darzustellen: Man übergießt in einer Flasche 1 kg Bleizucker mit 5 kg Regenwasser und setzt, wenn die Auflösung vollendet ist, 1 kg sehr fein verriebener Bleiglätte zu; durch Stehen an einem warmen Orte und häufiges Umschütteln befördert man die Auflösung der Glätte: sie ist als vollendet anzusehen, wenn keine Flittern mehr zu bemerken sind. Es entsteht hierbei ein weißer Bodensatz, den man nicht abzusondern braucht. Die Flüssigkeit wird nun mit einem gleichen Maße Regenwasser verdünnt und nach und nach unter häufigem Umschütteln zu 20 kg Leinöl gegossen, in welchem man vorher 1 kg sehr fein zerriebener Bleiglätte auf das Sorgfältigste vertheilt hat. Wenn man die Berührung der Bleiauflösung mit dem Oele durch öfteres Umschütteln drei oder vier Mal erneuert und das Gemenge alsdann an einem warmen Orte sich klären läßt, so findet man zuletzt den klaren weingelben Firniß über der wässerigen Flüssigkeit schwimmend, in welcher letzteren eine große Menge weißen Schlammes abgeschieden ist. Diese Flüssigkeit kann, filtrirt, zu neuer Firnißbereitung ohne Weiteres wieder gebraucht werden, denn sie enthält die ganze unveränderte Menge des Bleizuckers aufgelöst, und bedarf nur abermals des oben angegebenen Zusatzes von Bleiglätte. Der Firniß kann mittelst Filtrirens durch grobes Löschpapier oder Baumwolle völlig geklärt und durch Aussetzen ans Sonnenlicht (in einer weißen gläsernen Flasche) gebleicht werden.

Terpentinöl unter die angemachten Oelfarben eingerührt, oder sogleich dem Firnisse zugesetzt, bewirkt eine größere Dünnflüssigkeit und erleichtert dadurch das Aufstreichen, verzögert aber etwas das vollständige Trocknen. Um schnell trocknende Oelfarben darzustellen, setzt man dem dazu benutzten Firnisse mehr oder weniger eines sehr starken, eigens für diesen Zweck bereiteten Oelfirnisses zu, welcher unter der Benennung Siccatif oder Trockenöl vorkommt. Um das Siccativ zu bereiten, kocht man 6 kg Leinöl mit 2 kg Bleiglätte, 1 kg Mennige, 1 kg Umbra, 500 g Talk — sämmtlich in feingepulvertem Zustande — gelinde aber sehr anhaltend, und mischt nach dem Erkalten 8 kg Terpentinöl darunter. Nach einer andern sehr gerühmten Vorschrift sind 25 kg Leinöl mit 2 kg Bleiweiß, 3 kg Bleiglätte, 3 kg Bleizucker, 3 kg Mennige 8 bis 10 Stunden langsam zu kochen, nach dem Abnehmen vom Feuer und einigem Abkühlen 40 kg Terpentinöl zuzusetzen; nach einigen Tagen ruhigen Stehens wird dann das Klare durch Abgießen von dem Bodensatze getrennt, welcher letztere nur zu dunklen Farben brauchbar ist. Um den Oelfarben eine größere Zähigkeit und Haltbarkeit zu geben, kann man sich einer Auflösung von Federharz (Kautschuck) in Steinöl oder Terpentinöl bedienen, welche man mit dem Firnisse vermischt. — Auch der Thran ist zu groben Farben-Anstrichen tauglich, wenn man ihn in einem eisernen Topfe bei schwachem Feuer kocht, abschäumt, mit einer kleinen Menge Bleiglätte versetzt, einige Minuten lang umrührt, dann erkalten läßt, und statt Oelfirniß (besser mit diesem vermischt) gebraucht.

Das Verfahren beim Anstreichen mit Oelfarben unterscheidet sich in wenigen Umständen von dem mit Leimfarben. Das Gründen, Grundiren geschieht hier mit Bleiweiß, in viel Oelfirniß abgerieben; nur bei geringen, nicht der Feuchtigkeit ausgesetzten Gegenständen darf man, der Wohlfeilheit wegen, mit Leimfarbe grundiren. Den Grund ungerechnet, pflegt man drei Anstriche zu geben, wobei es angeht — im Falle, daß die erforderliche Farbe theuer ist — diese nur zum letzten Anstriche, zum ersten und zweiten dagegen eine wohlfeile (möglichst ähnliche und jedenfalls hellere) Farbe zu gebrauchen. Das Aufstreichen der Oelfarben wird jederzeit kalt verrichtet, und wenn eine Verdünnung nöthig ist, bewirkt man diese durch etwas Terpentinöl. Da die Oelfarben weit langsamer trocknen als die Leimfarben, so muß zwischen je zwei auf einander folgenden Anstrichen ein Zeitraum von wenigstens 48 Stunden (wo möglich ein paar Wochen) verfließen. Die völlige Erhärtung der Anstriche erfolgt erst nach längerer Zeit und wird durch warme trockene Luft, sowie durch einen beständigen Luftzug sehr befördert.

Durch Malerei auf Holz mittelst Oel- oder Leimfarben, oft mit den nur in Wasser oder Bier angeriebenen Farbstoffen, ahmt man, nachdem ein einfarbiger Anstrich vorhergegangen ist, sehr täuschend die eigenthümliche Textur und den Maser der

theureren Holzarten, ferner das Ansehen des Lasursteins, Malachits, Schildpats, der eingelegten Arbeit ꝛc. nach. Anweisungen zu einem solchen rein empirischen, völlig auf Handgeschicklichkeit, guten Blick und Geschmack des Arbeiters gegründeten Verfahren können schriftlich nicht gegeben werden. Ein mechanisches Hülfsmittel zu treuer Nachahmung der Holztextur sind Walzen aus Guttapercha oder mit sämisch-garem Büffelleder überzogen, mit entsprechendem Relief, welche man über den gleichförmig aufgetragenen und noch ganz frischen Anstrich hinrollt, wobei sie die Farbe an bestimmten Stellen theilweise wegnehmen. Die Malerei wird jedenfalls mit Kopalfirniß gedeckt.

Oelfarben-Anstriche (oft schlechthin Oelanstriche genannt) besitzen einen gewissen Glanz (welcher durch einen schließlich gegebenen Ueberzug mit Kopalfirniß noch sehr erhöht werden kann, besonders wenn vor dem Firnissen die gehörig trockne Farbe mit feinem Sandpapier glattgeschliffen wird), widerstehen der Feuchtigkeit und lassen sich, vollkommen ausgetrocknet, nicht bloß mit Wasser, sondern sogar mit Seife (wenn nur starke Reibung vermieden wird) abwaschen. Den allgemein üblichen perlgrauen Oelanstrich reinigt man am schnellsten und gänzlich ohne Gefahr einer Beschädigung, indem man ihn mittelst eines Schwammes mit sehr verdünntem Salmiakgeist überwischt, sogleich mit reinem Wasser nachspült und abtrocknet. Alten Oelfarbe-Anstrich vom Holze zu entfernen ist das einfachste Mittel: Ueberstreichen mit Schmierseife (grüner Seife); wenn man dann nach 12 bis 24 Stunden mit Wasser abwäscht, so geht nebst der Seife auch die Farbe weg. Schneller wird der Zweck erreicht, wenn man in 5 bis 6 Eßlöffel Milch eine Messerspitze voll Pottasche auflöst, und damit den Gegenstand überstreicht; schon nach ein paar Stunden wird die Oelfarbe so erweicht, daß sie sich — so lange der Anstrich noch feucht ist — mit leichter Mühe abwischen läßt.

Als Stellvertreter der Oelfarben sind in Frankreich schnell trocknende, dem Wasser widerstehende glänzende Farben (couleurs lucidoniques, couleurs anosmiques) empfohlen worden, deren Bereitung in Folgendem besteht: Man läßt venetianischen Terpentin über Feuer gelinde schmelzen, nimmt ihn — wenn er zu einer gleichförmigen Flüssigkeit zergangen ist — heraus auf den erwärmten Reibstein, reibt ihn mit den trockenen Farbstoffen zusammen (welche vorher mit Wasser zu zartem Pulver gerieben und wieder getrocknet wurden), und verdünnt diesen Brei in einer Flasche mit Weingeist bis zu der zum Aufstreichen geeigneten Konsistenz. Wenn man die Farben im Sommer gebraucht, so kann man dem Terpentin beim Schmelzen ein Sechstel Leinölfirniß zusetzen, wodurch die Anstriche mehr Haltbarkeit und mehr Aehnlichkeit mit Oelfarbe erlangen. — Eine durch Kochen bereitete gesättigte Auflösung von Kolophonium oder Schellack in (nicht ätzender) Sodalauge läßt sich mit vielerlei Erdfarben vermischen und liefert dann brauchbare, namentlich geruchlose und schnell trocknende Anstriche, welche öfters die Oelfarbenanstriche vertreten können.

c) Wasserabhaltende Anstriche für große im Freien stehende Gegenstände.

Die zu solchen Anstrichen angewendeten Materialien sind sehr verschieden, wie es das geforderte Ansehen der Gegenstände, verbunden mit der Rücksicht auf Wohlfeilheit, verlangt.

Hierher gehört das Sanden (sabler), wobei man das Holz mit dickem Leinölfirniß (oder starker Oelfarbe) überzieht, dann mit feinem scharfen Sande bewirft, nach dem völligen Trocknen den nicht angeklebten Theil des Sandes wegreibt, und diese Operation wiederholt. Es entsteht auf diese Weise ein wenigstens in der Ferne ziemlich täuschendes Ansehen von Sandstein. Statt mit Leinölfirniß kann hier die Grundirung auch mit Holz- oder Steinkohlen-Theer verrichtet werden.

Einen anderen der Witterung gut widerstehenden Anstrich giebt Leinölfirniß mit 3 Theilen an der Luft zerfallenem Kalk, 2 Theilen gesiebter Holzasche und 1 Theil feinem Sande. Die Masse wird zwei Mal aufgetragen: das erste Mal dünn, das zweite Mal aber so dick, als mittelst des Pinsels geschehen kann.

Empfohlen wird ferner: 3 kg Kolophonium mit 1 kg Schwefel und 96 kg Thran zusammengeschmolzen, die Mischung mit Ocher oder einer andern Farbe, in Leinöl-

firniß angerieben, versetzt. Zwei Mal, heiß (das erste Mal so dünn als möglich), aufgetragen.

Folgende zwei, in Rußland zum Anstreichen hölzerner Dächer gebräuchliche Mischungen haben sich auch anderwärts vollkommen bewährt: 1) Man löst in 200 kg Wasser durch Kochen $5^1/_4$ kg Eisenvitriol auf, schüttet 4 kg fein gepulvertes weißes Harz hinein und rührt so lange um, bis das Harz auf dem Wasser schwimmt und zähe wird. Sodann setzt man zu dieser stets kochenden Mischung, unter fortwährendem Rühren, nach und nach in kleinen Portionen 20 kg durchgesiebtes Braunroth (oder, zu grüner Farbe, 10 kg Grünspan), 16 kg Roggenmehl und endlich noch $12^1/_2$ kg Lein- oder Hanföl. Das Umrühren wird so lange fortgesetzt, bis keine Oelpünktchen mehr auf der Oberfläche sichtbar sind. Die Mischung wird am besten frisch bereitet angewendet, und (zwei Mal) heiß auf das nicht weiter vorbereitete Holz, bei warmer trockener Witterung, aufgestrichen. Sie widersteht, nachdem der Anstrich einige Tage zum Trocknen Zeit gehabt hat, vollkommen der Nässe. — 2) Nachdem in 85 kg kochenden Wassers $3^1/_4$ kg Eisenvitriol aufgelöst sind, setzt man dieser Flüssigkeit allmälig, portionenweise, 16 kg Braunroth und nachher 4 bis 5 kg Roggenmehl unter stetem Umrühren zu. Gleichzeitig macht man in einem andern Gefäße 15 kg Thran (oder statt dessen Leinöl) heiß, und löst darin $2^1/_2$ kg fein gestoßenes weißes Harz auf. Diese Flüssigkeit vermischt man mit der ersten, worauf das Ganze gut zusammengerührt und so lange über gelindem Feuer gekocht wird, bis die verschiedenen Substanzen sich völlig mit einander verbunden haben. Gebrauch und Nutzen sind wie bei der vorigen Mischung.

In Schweden bedient man sich als eines im Wetter sehr haltbaren Holzanstriches folgender Zubereitung: 3 kg Kolophonium werden mittelst Hitze in 20 kg Thran aufgelöst, daneben 10 kg Roggenmehl mit 30 kg kalten Wassers angerührt und 4 kg Zinkvitriol in 90 kg kochenden Wassers gelöst; dann rührt man zunächst den Mehlbrei in die heiße Zinkvitriolauflösung sorgsam ein, setzt ferner den Thran mit dem Kolophonium zu und mengt Alles auf das Vollkommenste. Zur Färbung setzt man Braunroth oder andere Erdfarben zu.

Das einfachste und daher ein sehr oft angewendetes Mittel, um die Nässe von Holzwerk abzuhalten, ist der Theer, nämlich Erdtheer, Holztheer, besonders aber Steinkohlentheer (welcher letztere in den Gasbeleuchtungsanstalten gewonnen und daher auch oft Gastheer genannt wird). Man trägt denselben siedendheiß mit einem Pinsel so lange auf das Holz auf, bis er nicht mehr eingesogen wird. Bei dem letzten Anstriche kann Pech und Ziegelmehl nebst soviel Terpentinöl, als zur nöthigen Flüssigkeit der Mischung erforderlich ist, zugesetzt werden. Holztheer trocknet schwieriger als Steinkohlentheer, und kann zu dieser Verwendung dadurch brauchbarer gemacht werden, daß man ihn in erhitztem Zustande mit gepulverter Bleiglätte versetzt, um die im Theer enthaltene Essigsäure zu binden.

Ein guter Theeranstrich wird aus einem Gemisch von 8 Theilen Steinkohlentheer, 1 Th. Terpentinöl, 2 Th. gepulvertem gebrannten Kalk erhalten, welches man drei Mal aufträgt und die letzte Schicht mit feinem Sande bestreut.

d) Gegen Feuer sichernde Anstriche.

Feuerabhaltende Anstriche, welche das Holzwerk in Gebäuden vor der Einwirkung des Feuers dergestalt zu schützen vermögen, daß dasselbe die Fähigkeit verliert, in Flamme auszubrechen und eine Feuersbrunst weiter fortzupflanzen, wirken auf zweierlei Weise: nämlich theils dadurch, daß sie das Holz mit einem an sich unverbrennlichen, die Wärme schlecht leitenden, in der Hitze nicht abfallenden Ueberzuge versehen; theils dadurch, daß sie die Poren des Holzes mit einer unverbrennlichen Substanz ausfüllen, welche den Zusammenhang der verbrennlichen Theile unterbricht, und zugleich als schlechter Wärmeleiter die Fortpflanzung der Hitze in einem gewissen Grade erschwert.

Schon ein einfacher Anstrich von Kalkmilch (gebranntem Kalk mit Wasser zur milchartigen Flüssigkeit gelöscht) macht das Holz etwas weniger entzündlich. Besser wird der Zweck erreicht, wenn man das Holz mit einer gesättigten Auflösung von Pottasche in Wasser bestreicht, dann eben diese Auflösung mit Lehm zur Dicke einer gewöhnlichen Leimfarbe anrührt, als Bindemittel etwas gekochten Mehlkleister zusetzt,

und diese Masse in drei oder vier Lagen aufstreicht. Aehnliche Wirkung leistet ein Gemenge aus Hammerschlag und Ziegelmehl, welches mit Leimwasser, worin so viel als möglich Alaun aufgelöst ist, angemacht und ungefähr 4 mm dick auf das Holz gestrichen wird.

In Fällen, wo das Holzwerk sichtbar ist und der Schönheit wegen, oder aus anderen Gründen, ein dicker Ueberzug desselben nicht angewendet werden kann, bedient man sich am vortheilhaftesten des Wasserglases. Unter diesem Namen versteht man eine Verbindung von Kieselerde mit Kali oder Natron, welche durch Schmelzen eines Gemenges von 3 Theilen gepochtem Quarz oder thonfreiem Kieselsand und 2 Theilen guter Pottasche oder Soda bereitet wird. Es entsteht eine glasartige in kaltem Wasser fast gar nicht auflösliche Masse, welche mit einem eisernen Löffel aus dem Schmelztiegel ausgeschöpft, nach dem Erkalten gepulvert, und allmälig in das vier- bis fünffache Gewicht kochenden Wassers unter Umrühren eingetragen wird; worauf man das Kochen fortsetzt, bis sich nichts mehr auflöst und die Flüssigkeit einem dünnen Syrup gleicht. Wenn nach dem Erkalten die unaufgelösten Theile sich zu Boden gesetzt haben, gießt man die Flüssigkeit ab und bewahrt sie zum Gebrauche. Sie ist etwas klebrig und trüb, läßt sich mit reinem Wasser verdünnen und bildet auf Holz gestrichen, indem sie schnell trocknet, einen firnißartigen Ueberzug, der sich durch die Einwirkung der Luft nicht verändert, in kaltem Wasser nur außerordentlich langsam aufgelöst wird, und dem Feuer genugsam widersteht um die bestrichenen Gegenstände einige Zeit vor dem Anbrennen zu schützen. Um Holzwerk mit diesem Ueberzuge zu versehen, muß man dasselbe fünf oder sechs Mal mit der Auflösung des Wasserglases anstreichen, und besonders das erste Mal dieselbe nicht zu konzentrirt anwenden, auch durch Reiben mit dem Pinsel das Eindringen befördern. Größere Brauchbarkeit als feuerabhaltender Anstrich erhält das Wasserglas, wenn man seiner Auflösung ein erdiges Pulver (ein Gemenge aus Thon und Kreide, noch besser Knochenasche) beimengt; jedoch eignet es sich mit solchem Zusatze nur für gröberes Holzwerk, auf welchem ein einfacher Lehmanstrich weit weniger kostspielig und ungefähr eben so wirksam ist.

Es liegt in der Natur, daß durch und durch gehende Tränkung des Holzes mit Metallsalzen die Verbrennlichkeit desselben in noch höherem Grade vermindert als ein bloßer Anstrich oder nur oberflächliche Imprägnirung: in dieser Hinsicht empfehlen sich die Methoden des Kyanisirens und Paynisirens 2c. (S. 633, 634) zur Herstellung feuersicherer Bauhölzer.

VII. **Bronziren** (Holzbronze).

Bronzirte Gegenstände aus Holz sind von zweierlei Art: sie haben entweder die Bestimmung, die Antik-Bronze (S. 473) nachzuahmen, oder sie sollen eine matte (gold-, silber-, kupferfarbige) Fläche von Metall-Ansehen darbieten, wie z. B. bei den glatten Feldern und manchen Verzierungen in Spiegelrahmen, auch manchen kleineren Artikeln verschiedener Gattung.

Um Holzarbeiten, z. B. vom Bildhauer verfertigte Verzierungen an Möbeln, grün zu bronziren, beobachtet man im Wesentlichen das (S. 473) für Eisen, Zinn 2c. beschriebene Verfahren. Nachdem die grüne Oelfarbe zweimal aufgestrichen ist, setzt man eine Lage von reinem Leinölfirniß darüber; reibt mittelst der mit eben solchem Firnisse benetzten Fingerspitze eine geringe Menge geriebenen Metallgoldes auf den hervoragendsten Stellen der Arbeit ein, wodurch das abgescheuerte Ansehen der echten Antik-Bronzen nachgeahmt wird, und überzieht schließlich das Ganze mit einem weingeistigen Sandarachfirnisse (S. 791), welcher den nassen Glanz des Oelfirnisses dämpft.

Bei Herstellung einer gänzlich metallfarbigen Bronzirung wird auf folgende Weise zu Werke gegangen: Man überstreicht das Arbeitstück zuerst drei Mal mit einer starken aus Kreide und Leimwasser bereiteten Farbe, welche hierauf nach voll-

ständigem Trocknen mittelst Schachtelhalm oder Glaspapier (S. 777) glattgeschliffen wird. Hat man sodann durch Abstäuben mit einem trockenen straffen Haarpinsel alles lose anhängende Kreidepulver entfernt, so wird ein neuer Anstrich von reinem Leimwasser und nach dessen Trocknung noch einer, jedoch mit etwas stärkerem Leim gegeben. Während letzterer noch naß ist, trägt man das Bronzepulver (echtes oder unechtes Gold oder Silber in höchst fein zerriebenem Zustande, S. 166, 167) vermittelst eines weichen Haarpinsels auf. Sehr zweckmäßig ist, dem letzten Leimanstriche, auf welchem unmittelbar das Metallpulver angebracht wird, ein wenig Ocher oder dunkles Chromgelb zuzusetzen, sofern man Goldbronze darstellt; oder Bleiweiß mit äußerst wenig Kienruß für die Silberbronze. Auch kann man diesen farbigen Anstrich trocknen lassen, dann nur mit Leimwasser streichen, und hiernach sogleich die Bronze auftragen. Will man einzelne hervorragende Stellen glänzend haben, so polirt man sie mit einem Polirsteine (Achat, S. 429).

VIII. **Firnissen und Lackiren** (vergl. S. 476).

A) Der Weingeist- und Terpentin-Firnisse, die mit einem weichen Haarpinsel aufgestrichen werden, bedient man sich oft zum Ueberziehen kleiner Holzwaren, aber auch solcher größerer Gegenstände, deren unebene Oberfläche die Anwendung des Polirens (S. 781) nicht gestattet. Dieses ist z. B. bei Schnitzwerk u. dergl. der Fall. Da ein aufgestrichener Firniß nie den spiegelnden Glanz erhält, welcher der durch Reibung aufgetragenen Politur eigen ist, so hat letztere überall, wo sie anwendbar ist, den Vorzug und an polirten Möbeln, welche mit gefirnißtem Schnitzwerk verziert sind, fällt der große Unterschied beider Arten von Glanz gewöhnlich sehr in die Augen.

Gute, für Holzarbeiten geeignete Firnisse sind folgende:

Sandarach-Firniß: 10 Th. Sandarach, 3 Th. venetianischer Terpentin, 32 Th. Weingeist; oder: 8 Sandarach, 2 Mastix, 3 venet. Terpentin, 32 Weingeist.

Mastix-Firniß: 6 Mastix, 3 Sandarach, 3 venetianischer Terpentin, 32 Weingeist.

Schellack-Firniß: 4 Schellack, 2 Sandarach, 1 Mastix, 30 Weingeist; oder: 8 Schellack, 2 Sandarach, 1 venet. Terpentin, 50 Weingeist; oder: 6 hellgelber Schellack, 4 Sandarach, 4 weißes Kolophon, 1 Kampher, 48 Weingeist.

Rothbrauner Schellack-Firniß auf Violinen und dergl.: 16 Schellack, 32 Sandarach, 8 Mastix, 8 Elemi, 16 venet. Terpentin, 4 Drachenblut, 1 Orlean, 256 Weingeist.

Goldfirniß um versilberter Holzware das Ansehen einer Vergoldung zu ertheilen: 36 Theile Schellack in 60 Th., — 5 Mastix in 10, — 3 Sandarach in 10, — 5 Gummigutt in 10, — 1 Drachenblut in 2, — 3 Sandelholz in 10, — 3 Terpentin in 6 Th. starken Weingeistes aufgelöst; sämmtliche Lösungen bei gelinder Wärme zusammengemischt.

Farbloser Kopalfirniß: 6 Theile westindischer Kopal (wovon man die größten und hellsten Stücke aussuchen muß) werden mit einem Gemisch aus 6 Th. Weingeist von 98 Procent, 10 Th. Schwefeläther, 4 Th. rektifizirtem Terpentinöl übergossen und gelinde erwärmt. (Mitunter finden sich im Kopal Stücke, welche nur gallertartig anschwellen ohne sich aufzulösen, wodurch der Firniß verdorben wird. Es ist daher gut, jedes Stück Kopal vorläufig zu prüfen, indem man ein davon abgeschlagenes Splitterchen in einer gläsernen Probirröhre mit ein wenig von der vorstehenden gemischten Flüssigkeit erwärmt; hat es sich nach einigen Minuten vollständig aufgelöst, so darf das Stück Kopal unbedenklich angewendet werden).

Kopalfirniß mit Mastix und Sandarach: 8 Theile heller Kopal geschmolzen, 8 Th. Sandarach, 4 Th. Mastix und 6 Th. Glaspulver beigefügt, vom Feuer genommen, 26 Th. starker Weingeist erwärmt dazugegossen, das Ganze in eine gläserne Flasche gegeben. Nach gehörigem Umschütteln ferner 2 Th. geschmolzenen venetianischen Terpentin zugesetzt, die Flasche mit nasser Blase zugebunden, eine Stecknadel durch die Blase gestochen, im Sand- oder Wasserbade eine gelinde Wärme bis zu erfolgter Auflösung unterhalten, schließlich filtrirt.

Terpentinfirniß mit Mastix und Sandarach: 6 Th. Mastix, 3 Th. Sandarach, 30 Th. Terpentinöl.

Terpentinfirniß mit Kopal, für Gegenstände, die beim Gebrauche viel angegriffen werden: 4 Th. Kopal mit 1 Th. venetianischen Terpentins bei gelinder Hitze ge-

schmolzen, nach dem Erkalten gepulvert, und in 27 bis 30 Th. erwärmten Terpentinöles aufgelöst.

Das mit einem Weingeist- oder Terpentinfirnisse zu überziehende Holz wird vorher mit Bimsstein und Wasser oder mit Schachtelhalm, Glaspapier, Sandpapier geschliffen, dann mit heißem Leimwasser (statt dessen man im Nothfalle kaltes dünnes Gummiwasser anwenden kann) überstrichen und nach dem Trocknen wieder mit Sand- oder Glaspapier abgerieben, damit von dem Leime (dessen Zweck nur ist, die Poren auszufüllen und das Einsaugen des Firnisses zu verhindern) nichts auf der Oberfläche sitzen bleibt. Da man, um farbige Flächen darzustellen, so leicht durch Beizen des Holzes zum Ziele kommt, so werden die Firnisse selbst in der Regel nicht gefärbt.

Auf gefirnißten Arbeiten aus weißen, feinfaserigen Holzgattungen (Linde, Ahorn, ꝛc.) werden öfters Kupferstiche oder Steindrücke abgezogen (décalquer). Nachdem das Holz drei oder vier Anstriche mit einem weingeistigen Sandarach-Firnisse (S. 791) oder einem ähnlichen Terpentinölfirnisse (z. B. aus 4 Th. Sandarach, 6 Th. venet. Terpentin, 18 Th. Terpentinöl) erhalten hat, wird der durch Benetzen mit warmem Wasser ganz erweichte, aber zwischen Löschpapier wieder gelinde ausgepreßte, dann auf der bedruckten Seite ebenfalls mit dem Firniß bestrichene Kupferstich oder Steindruck auf das vom letzten Anstriche noch klebrige Holz gelegt und mit Baumwolle gut angedrückt. Durch das Trocknen des Firnisses klebt er hier an, sodaß die fette Farbe des Druckes sich innig mit dem Firnisse vereinigt, das Papier aber (zuerst mit einem nassen wollenen Läppchen, dann mit der schwach in Leinöl getauchten Fingerspitze) vorsichtig bis auf ein zartes Häutchen weggerieben werden kann. Man läßt dann das Ganze vollkommen trocken werden: setzt einen Anstrich von weingeistigem Sandarach-Firniß darüber; schleift diesen, wenn er trocken ist und die beim Firnissen von selbst losgegangenen Reste des Papieres entfernt sind, mit etwas Leinölfirniß und einem von der harten Kruste befreiten Stücke Sepia (oder mit Schachtelhalm, den man 4 Tage lang in Baumöl eingeweicht hat), nimmt das Oel durch Abtrocknen mit grauem Löschpapier völlig wieder weg, und streicht endlich noch ein oder zwei Mal den nämlichen Firniß auf. — Wenn das zu den Kupferstichen oder Lithographien angewendete dünne Papier vorläufig mit im Wasser aufgelöstem Gummigutt bestrichen und nach dem Trocknen dieses Anstriches die angestrichene Seite bedruckt wird, so löst sich nach dem Uebertragen das Papier so leicht von der gefirnißten Fläche, daß man es als zusammenhängendes Blatt vollständig abziehen kann.

Man kann Kupferstiche auch so auf Holz übertragen, daß sie nicht wie im vorstehenden Falle verkehrt, sondern in ihrer ursprünglichen Stellung erscheinen (was besonders bei Gegenständen mit Schrift wesentlich ist). Man bestreicht ein auf ein Bretchen gespanntes Blatt starken Zeichenpapieres drei oder vier Mal mit Leimwasser, dann mehrmals mit Firniß, überträgt auf letzteren nach obiger Weise den Kupferstich, schneidet das Papier vom Bretchen ab, legt dasselbe auf das durch Firniß-Anstriche wie sonst vorbereitete Holz, damit der Druck fest anklebt, wäscht mit einem Schwamm und warmem Wasser das Papier und den Leim weg, schleift den dadurch entblößten Firniß mit Sepia, und giebt durch einen letzten Anstrich den Glanz.

B) Das Lackiren des Holzes (wie es z. B. bei den Kutschenkästen, kleinen Möbeln u. s. w. angewendet wird) stimmt in den wesentlichen Punkten größtentheils mit dem Lackiren der Metalle (S. 479) überein. Das mit Bimsstein geschliffene Holz wird mit heiß aufgestrichenem Leinölfirniß, welchem etwas Bleiweiß und Umbra (von jedem ungefähr 30^{g} auf 1^{kg} Firniß) zugesetzt ist, getränkt; dann 2 bis 4 Mal mit einer aus dickem Bernsteinfirniß, Bleiweiß, Mennige und Umbra gemischten Grundfarbe überzogen, welche man nach dem gänzlichen Trocknen der letzten Lage mit Bimssteinpulver, Hutfilz und Wasser glattschleift. Nun folgen mehrere (nach Umständen 3 bis 10 oder 12) Anstriche mit der in Bernstein- oder Kopal-Firniß angemachten Hauptfarbe, worauf wieder mit geschlämmtem Bimsstein geschliffen wird. Der vollkommene Glanz wird endlich durch 2 oder 3 Lagen von reinem Kopalfirniß gegeben, den man mit Bimsstein schleift, mit Tripel polirt und mit Haarpuder abputzt. Sehr häufig verfährt man auch

auf die Weise, daß man über einem Anstriche mit gewöhnlicher Oelfarbe, z. B. aus Bleiweiß und Kienruß (welche der Fettgrund genannt wird), 6, 8 Mal und noch öfter einen aus gebrannter Gelberde, wenig Leinölfirniß und viel Terpentinöl zusammengesetzten mageren Grund (Schleifgrund) aufträgt; diesen nach dem völligen Trocknen der letzten Lage mit einem nassen Stücke Bimsstein glatt schleift; einen Bleiweiß-Anstrich (mit Oelfirniß und Terpentinöl) folgen läßt; alle sichtbaren Grübchen und Risse mit einem Gemenge von Leinöl und Bleiweiß (Oelkitt) verkittet, und wieder mit Bimsstein schleift; dann zu wiederholten Malen die für den Gegenstand gewählte Farbe aufträgt, welche entweder mit Leinölfirniß angemacht und mit Terpentinöl verdünnt ist; endlich 8 bis 10 Mal reinen Kopalfirniß daraufsetzt, welcher nach jeder Lage (nur nicht nach der letzten) mit feinem Bimssteinpulver, Wasser und Wollenzeug geglättet (abgezogen) wird.

Ueberhaupt kommen in dem Verfahren beim Lackiren mancherlei Abweichungen vor. Ueber die zum Lackiren dienlichen Firnisse gilt im Allgemeinen das (S. 479) Angeführte; die Zusammensetzung derselben wird im Einzelnen vielfältig abgeändert, sowohl was die Feinheit und Güte der Harze, als das Mengenverhältniß aller Zuthaten betrifft.

In die Lackirung feiner Möbel werden manchmal aus kleinen dünnen Stückchen Perlenmutter, Messing- oder Argentanblech rc. zusammengesetzte Verzierungen eingedrückt, welche nach dem Trocknen derselben darin festkleben und von dem zuletzt aufgesetzten klaren Kopalfirniß gedeckt aber nicht versteckt werden (Eingelegte Arbeit). Statt der Perlenmutter kommen für diesen Zweck oft andere mit viel lebhafterem Farbenspiele prangende Konchylien in Anwendung, namentlich die Schiffskuttel oder das Perlboot, Nautilus pompilius (französ. burgau, burgo, burgandine) und das Meerohr, Seeohr, Haliotis iris (Irismuschel, franz. oreille de mer oder halistille genannt). Diese beiden zertheilt man in größere oder kleinere sehr dünne Blättchen dadurch, daß man sie auf einem Roste über etwas lebhaftem Kohlenfeuer recht gleichmäßig erhitzt, dann plötzlich in kalten Essig wirft. Die Einlegung mit diesem schönen Material führt in Frankreich den Namen nacré chinois.

IX. Vergolden und Versilbern.

Es geschieht mit Blattgold und Blattsilber (S. 165); zuweilen wird statt des Silbers Aluminium oder Platin, zu ähnlichen dünnen Blättchen geschlagen, angewendet, welche zwar eine nicht ganz so schöne Farbe, dagegen den Vorzug haben, durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen nicht anzulaufen. Im Folgenden wird allein das Vergolden beschrieben, mit welchem das Versilbern in den Verfahrungsarten übereinstimmt.

1) **Oelvergoldung** (dorure à l'huile, *gilding in oil*) ist von zweierlei Art, nämlich:

a) Matte Oel-Vergoldung, inwendig sowohl als außen an Gebäuden angewendet. — Man überstreicht das Holz, um alle Poren desselben zu verstopfen und eine dichte glatte Oberfläche zu erzeugen, recht gleichmäßig und dünn drei oder vier Mal mit Bleiweiß, welches in wenig Leinölfirniß angerieben und mit Terpentinöl verdünnt ist (teinte dure, *priming*); trägt, nachdem der letzte Anstrich getrocknet ist, den Goldgrund (or-couleur, *gold-size*) in einer einzigen dünnen Schicht auf, und belegt diese vor dem gänzlichen Trocknen mit Goldblättchen, die mittelst Baumwolle (in den Vertiefungen mittelst eines Iltispinsels) gut angedrückt werden, damit sie festkleben. Der Goldgrund ist eine dicke, schnell trocknende Oelfarbe aus altem starken Leinölfirniß und Ocher; man kann aber auch die alten, zäh gewordenen Reste verschiedener Oelfarben aus den Farbetöpfen der Anstreicher gebrauchen, indem man dieselben zusammenreibt und durch Leinwand filtrirt. Nach dem Trocknen hält der Goldgrund das Gold so fest, daß es selbst im Freien keines schützenden Ueberzuges bedarf; die Vergoldung erhält aber keinen Glanz, weil es ihr an einer hinreichend glatten Unterlage fehlt. Gegenstände, welche dem Anfassen ausgesetzt sind (wie Treppengeländer rc.) überzieht man mit einem Weingeistfirnisse und dann mit fettem Kopalfirniß.

b) Glanz-Oel-Vergoldung (dorure à l'huile vernie-polie), für Kutschen-Bestandtheile, Möbel, u. dgl. — Man reibt 2 Th. Bleiweiß, 1 Th. gelben Ocher und ein wenig Bleiglätte abgesondert recht fein, macht sie zusammen mit Leinölfirniß an, verdünnt durch Terpentinöl, und giebt damit einen dünnen gleichförmigen Anstrich (couche d'impression). Wenn dieser trocken ist, trägt man 10 bis 12 Mal (in feinen Vertiefungen weniger oft) Bleiweiß mit Oelfirniß (teinte dure, S. 793) auf, täglich nur ein Mal, damit jede Lage Zeit hat gehörig zu trocknen (am besten an der Sonne, Winters in einem warmen Zimmer). Nach der letzten Lage wird mit geschlämmtem Bimssteinpulver, Wasser und einem Stücke Wollenzeug geschliffen, um die Oberfläche ganz glatt zu machen, dann streicht man bei gelinder Wärme 4 bis 12 Mal mit einem Dachspinsel klaren Schellack-Firniß (S. 791) auf, der zuletzt mit Schachtelhalm geschliffen, mit geschlämmtem Tripel, Wasser und Wollenzeug glänzend polirt wird. Das nun folgende Vergolden muß in einem sehr warmen, staubfreien Zimmer vorgenommen werden, und wird auf die Weise verrichtet, daß man mit einer sehr weichen Bürste äußerst dünn den Goldgrund (S. 793) aufstreicht, die ganze Oberfläche mit Goldblättern bedeckt, diese theils mit Baumwolle, theils mit dem Dachspinsel andrückt, und nun mehrere Tage Zeit zum Trocknen läßt. Die Vollendung und der Glanz wird durch Firnissen gegeben. Man streicht nämlich einen Weingeist-Goldfirniß (S. 478), und darüber zwei oder drei Lagen hellen fetten Kopalfirniß (S. 479) auf, welchen letztern man mit Tripel und endlich mit Haarpuder auf die (S. 480) angegebene Weise polirt.

Goldlinien, welche auf Kutschenkästen 2c. in farbigem Grunde vorkommen, zieht man (ohne übrigens das Verfahren der Lackirung, S. 792, zu ändern, und nachdem alle Farbenanstriche gegeben sind) mit gelber Farbe, überfährt sie nach dem Trocknen mit Goldgrund, und legt das Blattgold auf. Dann folgen wie sonst die klaren Firniß-Ueberzüge.

2) **Leim-Vergoldung,** Wasser-Vergoldung (dorure en détrempe, *gilding on water size, gilding in distemper, burnished gilding*), auch vorzugsweise Glanzvergoldung genannt, insofern das Gold bei derselben meist zu hohem Glanze polirt wird. Ist die am allgemeinsten gebräuchliche Art, namentlich bei Spiegel- und Bilderrahmen, Säulen, geschnitzten Verzierungen an Möbeln, 2c. — Das Holz wird zuerst mit heißem Leimwasser zwei Mal mittelst eines steifen Borstenpinsels bestrichen, um dessen Poren zu verstopfen (Leimtränken, encollage); dann mit 8 bis 12 Lagen weißer Farbe aus Leim und geschlämmter Kreide überzogen (apprêter de blanc), wobei man den Pinsel stoßend oder tupfend führt, damit die einzelnen Schichten sich gut mit einander verbinden und nicht in der Folge abblättern. Dieser weiße Ueberzug (der Grund, blanc) wird warm aufgetragen und, wenn die letzte Schicht desselben ganz trocken ist, mit ganzem Bimsstein und sehr kaltem Wasser (im Sommer am besten Eiswasser) glattgeschliffen, wobei man im letzteren Falle stets nur einen kleinen Theil auf ein Mal naß macht, um den Leim nicht zu erweichen; dann rein abgewischt und noch mit Schachtelhalm oder feinem Sandpapier abgerieben. Schnitzwerk verliert in seinen feinen Theilen durch das Grundiren die Schärfe, und muß deshalb mit Sorgfalt und großer Vorsicht mittelst der Bildhauer-Eisen nachgeschnitten werden (Repariren, réparer), sodaß die Reinheit der Skulptur so viel möglich wieder hergestellt, aber doch keine Stelle von Grund entblößt wird. Dieses mühsame und oft sehr schwierige Verfahren, sowie die ganze bisher beschriebene Vorbereitung, fällt bei solchen Verzierungen weg, welche ganz aus mit Leim angemachtem Kreidepulver (gros blanc, *composition*) oder anderen Pasten (S. 750) in Formen verfertigt und mittelst Leim an ihrem Platze befestigt werden, nachdem die glatten Flächen der Arbeit bereits geschliffen sind. Bei Rahmen befolgt man diese Methode fast allgemein. Glatte gekehlte Leisten werden am schnellsten und vollkommensten reparirt, indem man sie auf einer Maschine (Grundirbank) durch Zieheisen (S. 723) zieht, welche den überflüssigen Theil des Grundes abschaben. Auf den Kreidegrund kommt, nachdem man denselben mit einer gelben Farbe aus dünnem Pergamentleim und wenig Ocher leicht

überstrichen (jaunir) und diesen nach dem Trocknen mit Schachtelhalm geglättet hat, ein dickerer, gelb oder roth gefärbter Anstrich, das Poliment (assiette, *gilding size*), welches dem Golde als unmittelbare Unterlage zu dienen bestimmt ist. Man bereitet das rothe Poliment aus 8 Theilen rothem Bolus, 1 Theil Blutstein und 1 Theil Reißblei, welche erst einzeln mit Wasser feingerieben, dann mit ein wenig Baumöl vermengt und wieder gerieben, endlich in dünnem klaren Pergamentleim zerrührt werden. Oefters wird es aus rothem Bolus, Seife, etwas Wachs, Eiweiß und Leimwasser zusammengesetzt; das gelbe Poliment aus Ocher und den eben genannten Stoffen, mit Ausnahme des Bolus. (Durch die Farbe des Polimentes soll nur jene des darüber liegenden Goldes gehoben werden; daher wendet man zur Versilberung ein weißes Poliment, aus weißem Bolus oder feingeschlämmtem Thon, Leimwasser, weißem Wachs, Seife, Wallrath und Schweinfett bestehend, an.) Man trägt das Poliment warm, und in drei oder vier Lagen, mit einer kleinen weichen Bürste auf; reibt es, völlig getrocknet, mit einem neuen, trocknen Leinentuche; legt die Goldblätter vorsichtig (nachdem voraus die Stelle mit kaltem Wasser oder Branntwein befeuchtet ist) auf, und drückt sie mit Haarpinseln von verschiedener Größe an; polirt (brunir, *burnishing*) die Glanzstellen durch Reiben mit dem Blutsteine oder mit einem geschliffenen Achate oder Feuersteine (S. 429), und giebt den Theilen, welche keinen Glanz haben dürfen, die Matte oder Mattung durch leichtes Bestreichen mit schwachem, erwärmtem Leimwasser (matter). An Stellen, die eine besonders hohe Goldfarbe zeigen sollen, erreicht man diesen Zweck durch das Hellen (vermeillonner), nämlich durch zartes und sehr vorsichtiges Bepinseln mit einer rothgelben Flüssigkeit (Helle, vermeil), welche entweder durch Auflösen von Gummigutt und Drachenblut in Weingeist, oder durch Kochen von Orlean, Gummigutt, Drachenblut und Safran mit einer schwachen Pottasche-Auflösung bereitet wird.

Der im Vorstehenden beschriebene Gang der Operationen wird befolgt, wenn man feine und werthvolle Arbeit zu vergolden hat. Bei geringen Gegenständen kürzt man das Verfahren auf mancherlei Weise ab, giebt z. B. weniger Lagen des Grundes, unterläßt theilweise das Repariren desselben, trägt das Poliment schwächer auf, und läßt den vorausgehenden gelben Anstrich ganz weg, giebt keine Helle, bestreicht große glatte Flächen, statt sie zu vergolden, mit in Leimwasser angeriebener gelber Bronze (S. 470) oder bronzirt sie nach der S. 166 gegebenen Anweisung; 2c. Wenn zur Kostenersparung statt ganz echten Blattgoldes sogenanntes Zwischgold (S. 790) angewendet wird, muß die Vergoldung durch einen Firniß — z. B. aus 10 Sandarach, 1 Elemi, 1 Mastix, 20 Weingeist von 0,840 sp. Gew. — gegen Anlaufen geschützt werden. — Der Leim-Versilberung ertheilt man oft durch Ueberziehen mit einem Goldfirnisse (S. 478, 791) bis zu hoher Täuschung das Ansehen einer Vergoldung, und die Mehrzahl der sogenannten Goldleisten und Goldrahmen[1]) wird auf diese Weise ohne Gold hergestellt.

---

[1]) Pöppinghausen, die Fabrikation der Goldleisten, Weimar 1872.

Sechstes Kapitel.

Verfertigung der wichtigsten Holzarbeiten im Besondern.

I. Zimmerwerks-Arbeiten.

Die Ausarbeitung des Holzes in der Zimmerkunst (charpenterie, charpente, *carpentry*) ist höchst einfach, da sie sich im Wesentlichen auf das Zersägen der Baumstämme (S. 648, 650, 696), das Beschlagen der ganzen oder zersägten Hölzer (S. 647, 683, 684) und die Herstellung der verschiedenen Holzverbände (S. 771) beschränkt. Die hierzu dienlichen Werkzeuge sind große und kleine Sägen, Aexte und Beile, Texel, Stechbeitel, Lochbeitel und Hohleisen, Hohl- und Schneckenbohrer, welche letztere beiden meist mit Querheften aus freier Hand, zum Theil aber auch in der Winde gebraucht werden. Hobel wendet der Zimmermann im Allgemeinen wenig an, und zwar namentlich Schrobhobel, Schlichthobel, Fügehobel (Fügebank), Spund- und Nuthhobel; beim Gebrauch derselben wird das Arbeitstück gegen ein in den Bock eingeschlagenes Eisen (Krebs) gestützt, welches in seiner Form einem Stiefelknecht ähnlich ist.

Das Wichtigste und Schwierigste ist die zweckmäßige Konstruktion der Zimmerwerke, wozu nebst praktischer Beobachtung vorzüglich Kenntniß der Geometrie, Statik und Zeichenkunst erfordert wird, und welche gänzlich in das Gebiet der Architektur einschlägt. Es ist hier weder der Zweck noch auch Raum vorhanden, diesen umfangreichen, eben so interessanten als wichtigen Gegenstand abzuhandeln, der zudem ohne eine Menge Zeichnungen nicht verständlich gemacht werden kann.

II. Tischler-Arbeiten [1]).

Die Tischlerkunst, Schreinerkunst (menuiserie, *joinery*) in ihrem ganzen Umfange theilt sich in mehrere Zweige, die oft getrennt von einander ausgeübt werden, nämlich: a) Bau-Tischlerei (menuiserie en bâtimens, men. en

---

[1]) Albrest, L'art de l'ébéniste, Paris 1828. — Desormeaux, Art du menuisier en bâtimens et en meubles, suivi de l'art de l'ébéniste, Paris 1829. — Nosban, Manuel du menuisier en meubles et en bâtimens, suivi de l'art de l'ébéniste, 2 Tomes, Paris 1829.— H. Fr. A. Stöckel's Tischlerkunst in ihrem ganzen Umfange. 5. Aufl. von A. W. Hertel, Weimar 1865. (5. Band des Neuen Schauplatzes der Künste u. Handwerke). — A. W. Hertel, Die moderne Bautischlerei, Weimar 1847 (148. Band des Neuen Schauplatzes). — W. Kimbel, Unterweisung in den wichtigsten Verrichtungen der Schreinerarbeiten. Mainz 1856. — Die Schule des Bautischlers. Von F. Fink. Leipzig 1858. — K. Matthäy's Neuestes Lehr-, Modell- und Ornamentenbuch für Ebenisten, Bau- und Möbelschreiner. 4. Aufl. von A. W. Hertel. Weimar 1866.

bâtisse), welche sich theils mit unbeweglichen Gegenständen, als Treppen, hölzernen Wänden. Fußböden, Täfelwerk, Gesimsen ꝛc. beschäftigt (men. dormante), theils mit beweglichen, nämlich Fenstern und Thüren (men. mobile). — b) Maschinen-Tischlerei, zu welcher die Verfertigung aller hauptsächlich aus Holz bestehenden ökonomischen und Fabrik-Maschinen, der hölzernen Maschinengestelle und Maschinenbestandtheile, der hölzernen Modelle zum Gusse metallener Maschinentheile ꝛc. gehört. — c) Möbel-Tischlerei (men. en meubles), welche alle Arten Hausgeräth liefert, und von der die Kunst-Tischlerei (ébénisterie, *cabinet making*), als die Verfertigung der feinen, namentlich der furnirten Möbel, eine Unterabtheilung ausmacht.

Was ihre technischen Verfahrungsarten betrifft, weichen diese verschiedenen Zweige der Tischlerkunst hauptsächlich in solchen speziellen Beziehungen von einander ab, welche durch die eigenthümliche Gestalt und sonstige Beschaffenheit ihrer einzelnen Produkte begründet werden. Bei einer übersichtlichen Darstellung, wie sie hier nur beabsichtigt werden kann, verschwinden jene Unterschiede größtentheils, insofern es sich mehr um die Erklärung der Grundsätze und Haupt-Arbeitsmethoden im Allgemeinen, als um deren Anwendung auf bestimmte einzelne Gegenstände handelt. In neuerer Zeit hat ein fabrikmäßiger Betrieb auch in diesem Fache Platz gegriffen, wodurch eine ausgedehnte Benutzung von Maschinen (Sägemaschinen mit vertikalen und horizontalen geraden Sägen, Kreis- und Bandsägen, Stemm-, Hobel- und Bohrmaschinen) eingetreten ist, hinsichtlich welcher auf das früher Vorgekommene verwiesen werden kann.

1) Zuschneiden des Holzes (débiter, couper). — Das Zuschneiden der Bestandtheile, welches mit der Säge, hauptsächlich der Oertersäge (S. 698) verrichtet wird, erfordert in mehr als einer Hinsicht Aufmerksamkeit von Seite des Arbeiters. Man muß trachten, aus einer gegebenen Bohle die erforderlichen Stücke so herauszuschneiden, daß so wenig als möglich Abfall durch kleine, unbrauchbare Theile entsteht. Hierzu ist wesentlich, daß man für jeden Fall die Bohle von geeigneter Länge, Breite und Dicke auswähle und die Eintheilung derselben dergestalt treffe, wie es dem Zwecke am angemessensten ist. Theure, schön geaderte Hölzer muß man vorläufig durch Anhobeln (sonder) untersuchen, um die Lage und den Lauf der Adern, Wolken ꝛc. zu erkennen und sich beim Zuschneiden danach richten zu können, damit nicht die schönen Stellen verloren gehen oder an wenig in die Augen fallende Theile der Arbeit kommen. Um dünne oder sehr breite Bestandtheile darzustellen, führt man die Sägeschnitte parallel zu den breiten Flächen der Bohle, zertheilt letztere also der Dicke nach (débiter sur le champ); schmale oder dicke Stücke gewinnt man durch Schnitte, welche nach der Länge oder nach der Breite der Bohle, rechtwinklig gegen deren große Fläche, gemacht werden (débiter sur le plat). Auf die zweite Art lassen sich auch fehlerhafte Bohlen nutzbar und ohne Nachtheil für die Schönheit und Güte der daraus gemachten Gegenstände verarbeiten, weil Aeste, Löcher, Risse ꝛc. sehr oft durch eine vorsichtige Eintheilung beseitigt werden können, ohne daß gerade unverhältnißmäßig viel Abfall entsteht. Wenn nicht andere Rücksichten es verhindern, wählt man zu Bestandtheilen, welche gehobeltes Leistenwerk erhalten sollen (Gesimse ꝛc.), gern das weichere, dem Splinte zunächst gelegene Holz, in welchem sich leichter mit den Kehlhobeln arbeiten läßt; der eigentliche Splint aber muß, da er gar zu weich und auch dem Wurmfraße ausgesetzt ist, jederzeit weggeschnitten und nicht mit verarbeitet werden.

Hat man geradkantige Bestandtheile zuzuschneiden, so wird die geradeste Seite des Holzes ausgesucht oder eine der Seiten erst durch Abhobeln gerade gemacht; man zeichnet Breite oder Dicke der einzelnen abzuschneidenden Theile durch Linien an, welche man parallel zu jenem Rande (bei nicht zu großer Entfernung von demselben mittelst des Streichmaßes, S. 676) zieht, und denen man hernach mit der Säge folgt. Krumme und geschweifte Gegenstände schneidet man mit der Schweifsäge (S. 698) aus, nachdem man die Umrisse derselben auf dem Holze mit Hülfe eines Modelles (calibre) vorgezeichnet hat. Das letztere besteht aus einem dünnen, ganz nach der erforderlichen Gestalt zugeschnittenen Bretchen, dessen Rand man, nachdem es auf das Arbeitsholz gelegt ist, ringsum mit Bleistift nachfährt. Das Ausschneiden

der Schweifungen (chantourner) erfordert oft viel Aufmerksamkeit, damit der Sägenschnitt durch die ganze Holzdicke hindurch die gleiche Richtung behält. Bei etwas dicken Stücken muß man, um diesen Zweck zu erreichen, die Vorzeichnung mittelst des Modelles auf beiden einander gegenüberstehenden Flächen entwerfen, sodaß man beim Eintritte der Säge in das Holz und bei ihrem Austritte aus demselben eine Richtschnur hat, ihren richtigen Gang zu erkennen. Gegenstände, die in der Breite und zugleich auch in der Dicke geschweift sind, erfordern zwei Modelle: für jede Dimension eins. Man schneidet zuerst die dem einen Modelle entsprechende Schweifung aus; zeichnet auf dem so vorbereiteten Stücke nach dem zweiten Modelle die andere Schweifung vor, und führt dieser gemäß die Säge nun rechtwinklig gegen die vorige Richtung. Die geschweiften Gegenstände müssen während des Ausschneidens so viel möglich stets eine solche Lage haben (und demgemäß öfters umgespannt werden), daß die horizontale Säge fortwährend von oben nach unten (nicht seitwärts) vordringt, weil sie nur in dieser Richtung mit gehöriger Sicherheit geführt werden kann.

2) Ausarbeitung (corroyer, dresser). — Die Glättung der Oberflächen und die genauere Ausbildung der Form an den zugeschnittenen Bestandtheilen geschieht hauptsächlich mittelst der verschiedenen Arten von Hobeln. Der einfachste Fall ist die Bearbeitung eines Bretes oder Bretstückes, welches auf allen Seiten eben und winkelrecht zugerichtet werden soll. Befinden sich auf demselben etwa sehr große Unebenheiten, so werden diese zuerst (nachdem das Bret auf der Hobelbank flach liegend eingespannt ist) mit Hülfe eines Stemmeisens und des hölzernen Schlägels weggenommen, wobei man das Eisen in der erforderlichen schrägen Richtung gegen die Holzfläche aufsetzt. Sonst, und zwar in der Regel, fängt man die Bearbeitung mit dem Schrobhobel (S. 708) an, auf welchen dann die Rauhbank (S. 708) oder der einfache Schlichthobel (S. 708) folgt. Diese Hobel nehmen die von dem Schrobhobel (durch die runde Gestalt seines Eisens) erzeugten kleinen Unebenheiten weg, und machen eine gerade Fläche, wenn sie mit der Vorsicht geführt werden, daß ihre Sohle stets in genauester Berührung mit dem Holze bleibt. Eine Abweichung hiervon findet am leichtesten dadurch statt, daß beim Ansetzen des Hobels an einem, und beim Hinausschieben desselben am andern Ende des Holzes der für einen Augenblick in der Luft schwebende Theil des Hobelkastens aus Unvorsichtigkeit oder Mangel an Uebung niedergedrückt wird; die Folge hiervon ist, daß die gehobelte Oberfläche konvex (in der Mitte höher als an beiden Enden) ausfällt. Das Hobeleisen darf niemals zu viel unter der Sohle hervorragen, weil es sonst stark eindringt und so großen Widerstand findet, daß der Arbeiter die sichere und feste Regierung des Werkzeuges verliert, folglich oft eine hüpfende Bewegung desselben nicht verhindern kann, woraus wenigstens eine unebene Fläche entsteht, wenn nicht gar das Eisen ausbricht, schartig wird. Ob die gehobelte Ebene richtig ist, prüft man theils auf die Weise, daß man dicht an derselben hinsieht, theils durch Auflegen des Richtscheites (S. 680). Ein langes Bret fällt öfters windschief (gauche) aus, was sich bei Untersuchung mittelst des doppelten Richtscheites zu erkennen giebt (S. 680). Ist die eine breite Fläche völlig berichtigt, so geht man zur zweiten über, verfährt mit dieser eben so, bezeichnet aber vorher durch zwei mit dem Streichmaße auf den langen schmalen Flächen gezogene Linien genau die Dicke, welche das Bret behalten soll, und hobelt gerade nur bis an diese Linien das Holz weg, indem man Sorge trägt, die Ebene wieder auf obige Art fleißig zu prüfen und wo nöthig durch vorsichtiges Nachhobeln zu verbessern. Hierauf zieht man auf einer der breiten Oberflächen, nahe am Rande, eine gerade Linie, spannt das Bret auf der entgegengesetzten Kante stehend (an der Hobelbank, wenn es lang ist in den Fügeböcken, S. 672) ein und arbeitet den Rand bis an jene Linie weg, wozu man sich nach Umständen des Schlichthobels, der Rauhbank oder der Fügebank (S. 709) bedient. Mit dem Winkelmaße wird untersucht, ob die so dargestellte schmale Fläche genau rechtwinklig gegen die breiten Flächen steht. Um dann auch die zweite schmale Seite zu bilden und zugleich dem Holze überall die erforderliche gleiche Breite zu geben, zieht man mit dem Streichmaße auf jeder der beiden großen Oberflächen der Länge nach eine Linie, welche parallel zu der schon fertigen Kante und in vorge-

schriebener Entfernung von derselben hinläuft. Die Richtung der zwei Hirnseiten wird endlich mittelst des Winkelmaßes vorgezeichnet, sodaß man auch hier Linien erhält, welche beim Abhobeln zur Richtschnur dienen. — Bei kleinen Gegenständen wird die winkelrechte Gestalt leichter und schneller mit Hülfe der Winkelstoßlade (S. 707) erreicht, wobei der Schlichthobel oder die Rauhbank mit der Seite auf die Hobelbank gelegt und auf derselben fortgeschoben wird, sodaß die Schneide des Hobeleisens in einer senkrechten Ebene sich befindet.

Schiefwinklige Stücke erfordern eine Vorzeichnung und Prüfung mittelst des Schrägmaßes (S. 680). — Krumme und geschweifte Arbeitstücke richtet man mit den dazu bestimmten Hobeln (Schiffhobel ꝛc., S. 711) zu; wo diese nicht anwendbar sind, mit Raspeln, mit Stechbeiteln oder mit der Ziehklinge (S. 774). — Ueber die Ausarbeitung des Gesims- oder Leistenwerkes s. m. S. 714.

3) Zusammensetzung der Arbeiten. — Das Nöthige hierüber ist im vierten Kapitel enthalten.

4) Furnirte Arbeit, Furnirung (plaquer, placage, *veneering*). — Einen aus Holz verfertigten Gegenstand furniren heißt: denselben mit dünnen aufgeleimten Blättern von feineren und theureren Holzarten (Furnüre, S. 648, 663) bekleiden. Durch dieses Verfahren werden mehrere Vortheile erreicht: a) Die Arbeiten erhalten ein geringeres Gewicht (weil ihr Hauptkörper aus weichen, leichten Holzarten verfertigt werden kann) und sind viel wohlfeiler, als solche aus massivem Holze (bois plein). — b) Furnirte Gegenstände können, hinsichtlich der Zeichnung des Holzes, leicht ein viel schöneres Ansehen erhalten, als massive: theils weil bei ersteren eine große Freiheit in Auswahl und Anordnung der Zeichnung gestattet ist; theils weil bei letzteren oft große Holzstücke nöthig sein würden, die mit schöner und gleichförmiger Zeichnung sehr schwer zu finden sind. — c) Man kann auch ziemlich kleine, schön gezeichnete Holzstücke (z. B. Maser), mit welchen sonst wenig anzufangen wäre, zu großen Arbeiten nutzbar machen, indem man sie in Furnüre zerschneidet.

Eine Hauptrücksicht bei dem Furniren muß sein, aus den Blumen, Wolken, Flammen, Adern ꝛc. der einzelnen Furnürblätter eine geschmackvolle, symmetrische und sich mehr oder weniger oft wiederholende Zeichnung darzustellen. Hierzu ist nöthig, daß man eine gewisse Anzahl gleicher (d. h. in der Zeichnung mit einander übereinstimmender) Blätter habe, daß man davon (falls die Umstände dies gestatten) nur die schönsten Theile auswähle und diese auf regelmäßige Weise zusammenstelle. Beim Zerschneiden einer Bohle zu Furnüren können streng genommen nicht mehr als je zwei und zwei Blätter völlig gleich ausfallen, nämlich diejenigen, welche unmittelbar auf einander folgen, und zwar die durch einen und denselben Sägenschnitt entstandenen Flächen derselben; doch erhält man, wenn die Blätter sehr dünn geschnitten werden und die Bohle von einem starken Stamme herrührt, nicht selten 8 bis 10 einander sehr nahe gleichende Blätter. Jedenfalls müssen beim Schneiden der Furnüre die Blätter in derselben Reihenfolge, in welcher sie fallen, wieder zusammengelegt werden, damit der Tischler die gleichen ohne Mühe herausfinden kann. — Die Anordnung der Furnürblätter auf einem Möbel kann in verschiedener Weise geschehen. Der einfachste Fall ist der, zwei gleiche Blätter parallel so neben einander zu legen, daß ihre Figuren symmetrisch in Beziehung zu der durch die Fuge bezeichneten Mittellinie stehen. Bei nicht sehr breiten Flächen (wie z. B. bei einer Schrankthür) reicht dies gewöhnlich hin. Größere Flächen erfordern oft vier oder noch mehr Furnürbreiten zur Bedeckung, und dann muß man für jede Fuge die eben angegebene Rücksicht auf Symmetrie nehmen. In der Regel muß bei aufrechten Gegenständen die Zeichnung der Furnür über die ganze Höhe derselben ohne Unterbrechung fortlaufen; bei einem Sekretär z. B. über den Sockel, die unteren Schiebladen, die Klappe, die obere Schieblade und das Gesimse. Zu diesem Behufe muß die Länge der Blätter für die ganze Höhe reichen und durch Querschnitte in Stücke von erforderlicher Größe zerlegt werden, welche zur Bekleidung der genannten einzelnen Bestandtheile dienen, ohne daß Theile der Furnüre herausfallen, oder fremde eingemengt werden. Auf viereckigen Feldern bringt es oft eine schöne Wirkung hervor, wenn man die Furnirung aus vier Blättern so zusammensetzt, daß zwei Fugen sich im Mittelpunkte der Fläche kreuzen, und zwar können die Fugen entweder parallel zu den Seiten oder in diagonaler Richtung laufen, wonach die einzelnen Blätter eine viereckige oder eine dreieckige Gestalt haben. Runde, ovale, achteckige Flächen (z. B.

Tischblätter) furnirt man gewöhnlich sternförmig, auf Spitze (en coeur, en rosace), d. h. mit 8, 12 oder 16 keilförmig zugeschnittenen Blättern, deren Spitzen sämmtlich im Mittelpunkte zusammentreffen. Die Wahl dieser und noch mancher anderer Arten der Zusammenstellung richtet sich nach der Gestalt der Gegenstände, sowie nach der Zeichnung des Furnürholzes, und hängt von der Einsicht und dem Geschmacke des Arbeiters ab.

Das Zuschneiden der Furnüre in Theile von der gehörigen Größe und Gestalt geschieht, nach Umständen, mit dem Schnitzer (S. 685), mit einer scharf geschliffenen Reißahle (S. 675), mit dem Schneidmodel (S. 686), mit einem Stemmeisen, oder mit einer kleinen Säge (scie à placage), welche mit der Grathsäge Aehnlichkeit hat (S. 701). Krumme Schnitte macht man nach einem bogenförmigen Lineale, oder — falls sie Kreisbögen sind — mit einem Stangenzirkel, an welchem die eine Spitze scharf und dünn zugeschliffen ist.

Die Holzarbeit, welche mit Furnüren bekleidet wird, heißt das Blindholz (bâtis, *ground*). Man wählt dazu verschiedene weiche und leichte Holzarten, als: Tannen, Linden, Pappel ꝛc.; am besten taugt jedoch schlichtes, weiches, astfreies Eichenholz, weil es fest ist und den Leim vorzüglich gut annimmt. Die zur Furnirung bestimmten Gegenstände müssen aus sehr trockenem Holze mit der äußersten Sorgfalt gearbeitet und zusammengefügt werden, um dem Werfen und Reißen nicht zu unterliegen; denn jede Veränderung des Blindholzes äußert auf die Furnirung den schädlichsten Einfluß, indem sie durch dieselbe hindurch bemerkbar wird. In den an dem Blindholze vorkommenden Verbindungen sollen keine hölzerne Nägel, keine unbedeckten Zinken, überhaupt keine Theile vorkommen, deren Hirnseite auf der Oberfläche liegt; denn wenn in der Nachbarschaft des Hirnholzes der Gegenstand auch noch so wenig eintrocknet und schwindet, so bildet jenes eine Hervorragung, welche Buckel auf der äußern Seite der Furnüre erzeugt. Dieser große Fehler tritt selbst dann leicht ein, wenn etwa Astlöcher mit eingeleimten Pfropfen ausgefüllt werden, obschon man letztere hinsichtlich des Fasernlaufes mit dem umgebenden Holze übereinstimmen läßt (S. 624); es trifft sich nämlich nur gar zu leicht, daß die eingesetzten Theile nicht genau in dem gleichen Maße schwinden, wie das Uebrige. In dieser Hinsicht möchte es mehr zu empfehlen sein, einzelne kleine Löcher, welche sich etwa nicht haben vermeiden lassen, mit einem Kitte aus Leim und Holzkohlenstaub zu verstopfen.

Vor dem Auflegen der Furnüre wird das Blindholz überall mit dem Zahnhobel (S. 711) nach verschiedenen Richtungen überarbeitet, wodurch eine Menge feiner sich durchkreuzender Furchen entstehen, welche das Haften des Leimes befördern. Auf gleiche Weise und in gleicher Absicht wird die innere (auf das Blindholz kommende) Seite der Furnüre gezahnt. Der Leim muß recht heiß und in der durch Erfahrung zweckmäßig gefundenen Stärke angewendet werden: zu dünn, bindet derselbe nicht gehörig und die Furnür löst sich leicht wieder ab; zu dick, läßt er sich nicht gehörig ausbreiten und bleibt in einer zu starken, ungleichen Schichte zwischen dem Blindholze und der Furnür, was ebenfalls für die Festigkeit der Verbindung nachtheilig ist und bemerkbare Unebenheiten in der Furnirung hervorbringt. Bei gut ausgeführter Arbeit soll nicht mehr Leim zwischen den beiden Holzflächen bleiben, als in das Holz selbst eindringen und in den vom Zahnhobel erzeugten Furchen Raum finden kann. Es kommt wesentlich darauf an, so lange der Leim noch warm ist, den Ueberfluß desselben durch starken Druck herauszupressen, wodurch zugleich die genaueste Anschmiegung der Furnüre an das Blindholz erreicht wird. Als ein Mittel zu besonders haltbarer Verbindung der Furnüre mit dem Blindholze wird empfohlen, zwischen beide ein dünnes baumwollenes Gewebe einzuleimen.

Das Verfahren beim Furniren erleidet nach den Umständen mancherlei Modifikationen, von welchen die wichtigsten hier angegeben werden.

a) Am einfachsten ist die Furnirung ebener Flächen, wobei am besten auf folgende Weise zu Werke gegangen wird: Man bestreicht das Blindholz mit Leim, legt die Furnür darauf, über diese ein etwas starkes, glattes und gerades tannenes Bret (die Zulage, cale, *caul*), und spannt hierauf das Ganze in eine Presse

(S. 673) oder legt mehrere Schraubzwingen an, die nicht weiter als 200mm von einander entfernt sein sollen, um den Druck gehörig stark und gleichmäßig zu machen. Die Zulage wird vor dem Gebrauch mit einem Stück Seife bestrichen, damit sie nicht durch etwas Leim, der aus den Poren der Furnür heraustreten könnte, mit letzterer zusammenklebt. Man erwärmt sie ziemlich stark, sowohl um den Leim etwas länger flüssig zu erhalten (damit er Zeit hat, gut zu binden), als um die Furnür dem Drucke nachgiebiger zu machen. Manche Tischler erwärmen in gleicher Absicht auch das Blindholz an einem von Hobelspänen gemachten, stark flammenden Feuer; allein diese Methode ist zu tadeln, weil sie leicht ein Verziehen der Arbeit zur Folge hat. Eben so wenig Empfehlung verdient in der Regel das Verfahren, nebst dem Blindholze auch die Furnür mit Leim zu bestreichen, wobei man genöthigt ist, die äußere Seite der Furnür mit einem Schwamme naß zu machen, weil sonst die einseitige Ausdehnung durch die Feuchtigkeit und Wärme des Leimes eine starke Krümmung bewirkt. Manche flache Gegenstände müssen auf beiden Seiten furnirt werden (Gegen-Furnirung, contre-plaquer, contre-placage), z. B. die Klappe eines Sekretärs; man legt in diesem Falle beide Furnüre schnell nach einander auf, verfährt übrigens wie sonst, und erreicht also den Zweck durch eine einzige Operation. Sorgfältig ausgeführte Arbeiten werden oft selbst dann auf beiden Seiten furnirt, wenn dies des Ansehens wegen auch nicht nothwendig wäre; man nimmt aber dann zu der innern, nicht in das Auge fallenden Furnirung Eichenholz. Selten, und nur bei sehr kostspieligen Möbeln, wird das Blindholz doppelt furnirt, nämlich zuerst mit Linden- oder Eichenholz, und darüber (nach völligem Trocknen) mit Mahagoni oder einem andern feinen Holze. Für die Schönheit und Dauer der Gegenstände ist dieses Verfahren von vorzüglichem Nutzen, weil es das Werfen kräftig verhindert, besonders wenn noch eine Gegen-Furnirung, die in gleicher Weise wirkt, hinzukommt.

Ist die Furnirung einer Fläche aus mehreren Blättern zusammenzusetzen, so hobelt man diese an den Kanten recht genau ab; legt sie auf dem Blindholze richtig passend neben einander; hält sie mittelst Schraubzwingen und untergelegter Leisten fest, daß sie sich nicht verschieben können; überleimt die Fugen auf der Außenseite mit 20—30mm breiten Papierstreifen und verfährt sodann damit, wie mit einem einzigen Blatte.

Kleine, besonders schmale (wenn auch lange) ebene Flächen werden oft, ohne Zulage und ohne Schraubzwingen, durch Anreiben (placage au marteau) furnirt. In diesem Falle überfährt man die äußere Seite der Furnür schnell mit einem in lauwarmes Wasser getauchten Schwamme, legt die Furnür auf, und streicht, während man sie mit der linken Hand hält, mit der langen abgerundeten Finne eines Hammers (Furnirhammer, marteau à placage, marteau à plaquer)[1]) in geraden Zügen, meist nach einer Richtung, unter Anwendung des gehörigen Druckes, schnell darüber hin. Sollte der Leim zu früh erkalten, so überfährt man, um ihn wieder flüssig zu machen, die Furnür langsam mit einem erhitzten platten eisernen Kolben (fer à chauffer)[2]), und setzt hierauf das Anreiben fort. Wenn beim Klopfen auf die Furnür (mit dem Fingerknöchel oder mit dem Hammer) kein dumpfer, sondern ein heller Ton entsteht, so schließt man, daß überall die Berührung und Verbindung derselben mit dem Blindholze vollkommen erfolgt ist, mithin die Arbeit beschlossen werden kann. Fast niemals ist eine mit dem Hammer gemachte Furnirung ebenso fest und dauerhaft, als eine solche, bei welcher man sich der Zulage bedient hat; dünne Furnüre werden durch das Streichen mit dem Hammer manchmal beschädigt.

Wenn man zwei flache Stücke von gleicher Gestalt und Größe zu furniren hat, kann gleichfalls die Zulage erspart werden und zwar ohne daß man den Hammer anwendet. Man bestreicht nämlich beide Stücke mit Leim, bedeckt jedes mit seiner

---

[1]) A. Albrest, l'Art de l'Ebéniste. Paris 1828, p. 234.

[2]) Albrest, l'Art de l'Ebéniste, p. 234. — Paulin-Desormeaux, Art du Menuisier, IV. 100.

Furnür, reibt letztere auswendig mit Seife (um das Zusammenkleben zu verhindern), legt die furnirten Flächen gegen einander und spannt das Ganze mittelst Schraubzwingen fest zusammen. So dienen die beiden Theile sich gegenseitig als Zulage.

b) Furniren der Kanten. — Wenn zwei unter irgend einem Winkel zusammenstoßende Flächen nach den im Vorigen beschriebenen Verfahrungsarten getrennt furnirt werden, so geht an der Kante das eine Furnürblatt über die Dicke des andern heraus (wo es mittelst einer eigenen Säge abgeschnitten wird, S. 703) und unterscheidet sich sehr sichtbar als ein schmaler Streif. Bei feiner Arbeit ist dies störend und muß dadurch vermieden werden, daß man beide Blätter auf der Schneide der Kante selbst, mit einer gar nicht oder äußerst wenig sichtbaren Fuge, zusammenstoßen läßt. Dieser Zweck wird durch das Kippen der Furnür erreicht, welches in einem Herumbiegen der Furnür über die Kante besteht. Man schneidet das Blatt so breit zu, daß es beide Flächen zusammengenommen bedecken kann; beklebt es äußerlich mit Papier, leimt es zuerst auf der einen Fläche wie gewöhnlich fest und läßt den übrigen Theil über den Rand frei heraussstehen; arbeitet auf der innern Seite der Furnür, dicht an der Kante des Blindholzes, mit einer kleinen in Holz gefaßten Säge (Kippsäge) oder mit einem scharfen Reißhaken (Kippeisen) eine in der Tiefe winklig zusammenlaufende Furche aus, welche fast bis auf das Papier durchgeht; biegt den noch unbefestigten Theil auf die zweite leimbestrichene Fläche hinüber und befestigt ihn hier. Da vermittelst des Papiers und des unversehrt gebliebenen dünnen Holzhäutchens die beiden Theile zusammenhängen und die beiden Ränder der Furche nun einander berühren, so kann hier der Leim nicht heraustreten, die furnirte Kante wird sehr scharf und zeigt keine Unterbrechung des Holzgewebes. Das Papier wird zuletzt mit warmem Wasser weggewaschen.

c) Furniren krummer oder geschweifter Oberflächen (Gesimsglieder 2c.). — Bei der Dicke, welche gewöhnlich die Furnüre haben, lassen dieselben sich nicht in erheblichem Grade biegen, ohne zu brechen. Man muß sie deshalb vor der Anwendung bis zu dem Grade verdünnen, wo sie die erforderliche Biegung ertragen können. Die Furnür wird mit der unrechten, bereits durch den Zahnhobel rauh gemachten Fläche auf ein flaches, mit Seife bestrichenes Bret aufgeleimt; dann bis zur Dicke einer starken Spielkarte abgehobelt und mit Schreibpapier überklebt; durch Erwärmen von dem Brete losgemacht (was wegen der Seife leicht angeht); abgeputzt, auf das mit Leim versehene Blindholz gelegt und durch Schraubzwingen mit Hülfe einer passenden erwärmten Zulage (cale, *caul*) nach und nach fest angedrückt. Die letztere ist hier gewöhnlich von Eichenholz und muß — unter Berücksichtigung des Raumes, den die Furnürdicke erfordert — die nämliche, nur entgegengesetzte Krümmung oder Schweifung haben, wie der furnirte Gegenstand. Für einen Karnies hat also die Zulage ebenfalls die Form eines Karnieses; für einen Rundstab enthält sie eine Hohlkehle u. s. f. Wo, der Gestalt des Gegenstandes wegen, eine Zulage schwierig zu verfertigen wäre, kann man sich statt deren eines mit feinem erwärmten Sande gefüllten leinenen Sackes bedienen, welcher mittelst eines unter die Schraube der Leimzwinge gelegten flachen Holzstückes angedrückt wird[1]). Die Anwendung eiserner hohler, durch eingeleiteten Dampf erwärmter Zulagen[2]) eignet sich gewiß nur für sehr wenige Fälle; ebenso die Benutzung des Wasserdruckes unter Ersetzung der Zulage durch ein Kautschukblatt, welches die Oeffnung des mit einem hohen Druckrohre verbundenen Wasserbehälters verschließt. In jedem Falle müssen die Schraubzwingen vorsichtig und nicht zu rasch angezogen werden, damit keine starken Brüche in der Furnür entstehen: kleine Brüche schaden durchaus nicht, da sie sich von selbst wieder schließen und das Aussplittern oder Wegfallen von Theilchen durch das aufgeleimte Papier verhindert wird. Nöthigenfalls erweicht man die Furnür, vor dem Auflegen, durch heißes Wasser. Wenn die Furnürblätter dünn genug sind, kann ein geschickter

[1]) Paulin-Desormeaux, Art du Menuisier, IV. 122.
[2]) Polyt. Centr. 1850, S. 775.

Arbeiter selbst ziemlich kleine Gesimsglieder damit belegen; nur die allerkleinsten müssen jedes Mal aus massivem Holze gemacht werden. Gezahnt kann das Blindholz der Gesimsglieder nicht werden, weil die Krümmung der Oberfläche der Anwendung des Hobels hinderlich ist; man macht sie daher nur etwa mit der Raspel ein wenig rauh.

d) Furniren runder Stücke (Säulen, Walzen). In Fällen dieser Art, wo die Furnür rund um das Blindholz herumgerollt werden muß, sind zwei Verfahrungsarten anwendbar. 1) Nach der einen Methode bedient man sich der Zulagen wie unter c), nur kann begreiflicher Weise eine solche Zulage nicht mehr als ein Viertel, höchstens ein Drittel, des Kreises umfassen; man ist daher genöthigt, das Furnürblatt nach und nach der vollen Kreisrundung anzuschmiegen, indem man einen Theil des Umfanges nach dem andern in Arbeit nimmt, wobei jedes Mal der Vorgang genau so ist, als ob nur ein Zylindersegment unabhängig zu furnüren wäre. Es ist hierbei kein Hinderniß, wenn die Säule Kannelirungen enthält, weil die Zulage denselben entsprechend gestaltet sein kann. — 2) Nach der andern Methode können nur glatte Säulen oder Walzen furnürt werden, denn es wird der erforderliche Druck (ohne Hülfe von Zulagen) dadurch ausgeübt, daß man ein starkes, sehr straff angespanntes Leinenband in dichten schraubenartigen Windungen um den Gegenstand herumwickelt. Dies geschieht mit Hülfe der Maschine, Furnirmaschine (machine à plaquer), einer einfachen Vorrichtung von folgender Beschaffenheit. Zwei senkrechte hölzerne Ständer sind, in 1,2 bis 1,5^{m} Entfernung von einander, oben durch einen horizontalen Querriegel verbunden, und bilden das Gestell der Maschine. Etwa um ein Drittel der Höhe vom Fuße entfernt, verbindet ein zweiter Querriegel die Ständer, und auf diesem Riegel ist eine aufrechtstehende Docke verschiebbar, welche durch einen Keil auf dem ihr angewiesenen Platze befestigt wird. An der rechten Seite, dem einen Ständer zugewendet, trägt diese Docke eine eiserne, dicke, konische Spitze, so daß sie sehr nahe dem Reitstocke einer einfachen Drehbank gleicht. Durch den rechten Ständer geht horizontal eine kurze hölzerne Welle, welche außerhalb des Gestelles eine Kurbel, innerhalb (der Spitze gegenüber) ein Paar kreuzweise eingesetzte eiserne Blätter oder Lappen enthält. Um eine zu furnirende Säule auf der Maschine einzuspannen, macht man in die eine Grundfläche derselben mit der Säge einen Kreuzschnitt, schiebt diesen auf die eben erwähnten Lappen der kleinen Welle, und setzt am andern Ende der Säule die Docke vor, deren Spitze in den Mittelpunkt der zweiten Grundfläche eingreifen muß. Nach dieser Veranstaltung wird durch Umdrehen der Kurbel die Säule um ihre Achse bewegt. Parallel mit der eingespannten Säule und über derselben liegt eine hölzerne Walze, deren Zapfen sich in Löchern der beiden Ständer mit großer Reibung bewegen, sodaß hierdurch der Umdrehung ein beträchtlicher Widerstand entgegengesetzt wird. Man vermehrt diesen letzteren, wo nöthig, noch dadurch, daß man die Ständer oben mehr gegen einander keilt, sodaß die Walze zwischen ihnen eingeklemmt wird. Auf dem Umkreise der Walze ist, nahe am linken Ende derselben, ein starkes Leinenband (eine schmale Gurte) befestigt, und von da gegen das rechte Ende hin in schraubenförmigen Windungen aufgewickelt. An der rechten Seite der Maschine läuft das Band nach der eingespannten Säule hinab und wird an derselben mittelst eines Nagels befestigt. Wird nun die Kurbel und folglich die Säule gedreht, so zieht letztere das Band an sich und umwickelt sich damit, gegen die linke Seite hin fortschreitend; dabei bleibt das Band ununterbrochen scharf angespannt, weil die Walze es nur widerstrebend losläßt. Es ergiebt sich von selbst, daß, um das Band wieder auf die Walze zurückzuführen, man diese verkehrt umdrehen muß, zu welchem Behufe man nun die Kurbel auf den einen Zapfen derselben steckt.

Die Furnür wird in der gehörigen Größe und Gestalt zugeschnitten, gezahnt, und auf die unter c) angegebene Weise dünngehobelt. Um sie auf den runden Gegenstand aufzulegen, macht man sie auf der rechten (äußern) Seite naß — nachdem man hier, um das Brechen zu verhindern, mehrere Leinwandstreifen quer laufend aufgeleimt hat —; und hält sie mit der unrechten Seite an ein Feuer von Hobelspänen,

wodurch sie sich krümmt (S. 622). Sie wird dann um das in der Maschine eingespannte, mit Leim bestrichene Blindholz gerollt; mittelst zweier oder mehrerer herumgebundener Schnüre vorläufig in der Krümmung erhalten; endlich auf oben angezeigte Weise mit der Gurte dicht und fest bewickelt und so lange in diesem Zustande gelassen, bis der Leim völlig trocken ist. Man nimmt vorsätzlich die Breite der Furnür um ein klein wenig größer, als der Umfang des zu furnirenden Gegenstandes ist; daher kommen ihre beiden Ränder über einander zu liegen, und es wird eine Nacharbeit erforderlich. Man löst nach dem Abwickeln der Gurte die Fuge wieder durch Brennen (Ueberfahren mit dem heißen Kolben, S. 801), wodurch der Leim weich wird, schneidet mit einem scharfen Messer den äußeren Rand, so weit er übergreift, weg, und wickelt abermals die Gurte herum, damit die Fuge sich schließt. Auf solche Art wird ein genaueres Zusammenpassen erreicht, als wenn man gleich anfangs die Breite der Furnür richtig ausmessen wollte, was mit der erforderlichen Schärfe nicht geschehen kann.

Bei allen Arten zu furniren treten zuweilen kleine Fehler ein, welche verbessert werden müssen, bevor man zu weiterer Bearbeitung des Gegenstandes übergeht. Hebt sich irgendwo am Rande die Furnür auf, weil der Leim schlecht gefaßt hat, so bringt man mit einer Messerklinge etwas Leim unter dieselbe und streicht die Stelle mit dem erhitzten eisernen Kolben (S. 801), der zu gleicher Zeit den Leim flüssig macht und die Furnür an das Blindholz anpreßt, worauf man bis zum Trocknen eine Schraubzwinge mit einer kleinen Zulage anlegt. — Zeigen sich Beulen oder blasenartige Erhöhungen auf der Furnirung, so können diese — vorausgesetzt, daß sie nicht von Unebenheiten des Blindholzes verursacht sind — entweder von Anhäufung des Leimes an dieser Stelle oder von Mangel an Leim herrühren. Im erstern Falle genügt es, den heißen Kolben aufzusetzen, bis der Leim darunter flüssig wird und sich gleichförmig ausbreitet. Im zweiten Falle macht man mit der Spitze eines Federmessers schräg durch die Dicke der Furnür einen Einschnitt, bringt durch denselben ein wenig dünnen Leim hinein und streicht mit dem Furnirhammer darüber, bis die Erhöhung verschwunden ist. — Nicht selten enthalten die Furnüre kleine Spalte, Grübchen oder Löcher, durch ausgebrochene Theile entstanden. Dergleichen werden am besten auf die Weise versteckt, daß man ein Holzstück derselben Art, wie das auszubessernde, auf der Hirnseite mit Leim bestreicht; es dann so lange mit der Schneide eines sehr scharfen Stemmeisens schabt, bis die abgelösten feinen Spänchen mit dem Leime eine dicke Paste bilden, und mit letzterer die Vertiefungen ausfüllt (Ausstreichen, *stopping, cement stopping*). Weit weniger gut ist es, Schellack am Lichte zu entzünden und schmelzend hineinzustreichen; denn die so ausgebesserten Stellen bilden beim Poliren leicht Gruben, indem das Schellack von der Politur mehr oder weniger aufgelöst wird.

Zuweilen ereignet es sich, daß ein fehlerhaft aufgelegtes Furnürblatt wieder abgenommen werden muß, nachdem der Leim schon getrocknet ist (déplaquer). Zu diesem Ende überfährt man nach und nach die ganze Fläche mit dem erhitzten Eisen (S. 801), welches den Leim erweicht, und löst die Furnür in dem Maße allmälig ab, wie jene Wirkung stattfindet.

Im Anhange zu der furnirten Arbeit muß der sogenannten Steinfurnüre oder Massefurnüre gedacht werden, welche neuerlich öftere Anwendung gefunden haben. Sie werden aus einer Mischung gebildet, die man aus Leimwasser, gebranntem Kalk oder Kreide und beliebigen erdigen Farbstoffen zusammenknetet, dann in dünne Blätter schneidet. Durch Mengung verschiedenfarbiger Massen, im teigartigen Zustande, giebt man der Zusammensetzung das Ansehen des Marmors. Im trockenen Zustande sind diese Furnüre sehr spröd, durch kaltes Wasser (schneller durch Wasserdampf) werden sie aber ganz weich und biegsam, sodaß man sie allen gekrümmten Oberflächen anpassen kann. Wieder getrocknet, erlangen sie von Neuem ihre ursprüngliche Härte. Wie die Steinfurnüre im Handel vorkommen, haben sie nicht selten Löcher; man muß daher, wenn man die Blätter zum Gebrauch zugeschnitten hat, die abgefallenen kleinen Stücke in Wasser erweichen, mit einem Eisen in die Löcher hineindrücken und so letztere ausfüllen. Dann werden die Ränder abgefügt, wobei man dieselben mit Wasser befeuchten kann, um sowohl das Ausbröckeln zu verhindern, als die Werkzeuge weniger abzunutzen. Die Seite der Furnür, welche auf das Holz zu liegen kommt, wird mit Bimsstein und Wasser abgeschliffen, mit der Ziehklinge abgeschabt; das Blindholz mit gutem Leim bestrichen, wieder getrocknet, und sodann mit sehr dünnem siedendheißen Leimwasser überstrichen;

die (nöthigenfalls mäßig befeuchtete) Furnür aufgelegt, und mittelst Zulagen und Schraubzwingen angepreßt. Eine vorausgehende Erwärmung des Blindholzes leistet hier gute Dienste, um den Leim lange genug flüssig zu erhalten, weil die Steinfurnüre stark die Wärme leiten und ihn daher verhältnißmäßig schnell abkühlen. Kleine, nicht flache Gegenstände können sehr wohl mit neben einander gelegten Bruchstücken furnirt werden, worauf man nach dem Erkalten die leer gebliebenen Stellen mit andern, in Wasser erweichten Stückchen ausfüllt, und diese gehörig verreibt.

Folgende Vorschrift zur Bereitung der Steinfurnüre[1]) ist bewährt: Man erhitzt in einem gußeisernen Kessel 225 kg Wasser auf 87° C., rührt nach und nach 75 kg gepulverte Kreide ein, gießt den Brei durch ein nicht zu feines Drahtsieb in einen Bottich, und überläßt ihn hier der Ruhe bis die Kreide sich abgesetzt hat. Nachdem das klare Wasser von dem breiigen Bodensatze abgezogen ist, wird letzterer wieder in den Kessel gebracht und unter beständigem Umrühren gekocht bis er so dick ist, daß er eben noch vom Rührscheite abfließt. Nun setzt man 4 bis 4½ kg Tischlerleim, 500 g gekochten und wieder erkalteten Pergamentleim sammt dessen feinen Spänen und 340 bis 380 g Papierganzzeug (oder weißes Druckpapier in Wasser aufgeweicht, zerrührt und wieder ausgedrückt) hinzu. Zugleich kann der Grundfarbenton des Marmors durch Beifügung einer zarten, mit etwas Leimwasser abgeriebenen, Erdfarbe gegeben werden; doch thut man im Allgemeinen besser, die Masse zur Zeit noch ungefärbt zu lassen. Man mäßigt hierauf das Feuer und dickt unter stetem Rühren so lange ein, bis eine herausgenommene Probe nicht mehr bedeutend an den Händen klebt. Gewöhnlich ist dieses Eindicken in 4 bis 6 Stunden beendigt; man muß während desselben Acht haben, daß der Inhalt des Kessels in ununterbrochenem gelinden Kochen bleibt und keine feste Kruste auf der Oberfläche bildet. Das Färben dieser Masse geschieht nun durch behende vollführtes Einkneten verschiedener Farbstoffe (Bleiweiß, Kienruß, Indig, Chromgelb, gelbe und rothe Lacke, Röthel, gebrannter Ocher, Englisch Roth, Veroneser Grün, Schweinfurter Grün ꝛc.), welche man vorläufig mit Leimwasser abgerieben, getrocknet, von Neuem gepulvert und mit Wasser angefeuchtet hat. Hierauf preßt man in einem Kasten, mittelst einer Schraubenpresse, alle zugleich vollendeten und noch warmen Klumpen zu einem Ganzen von parallelepipedischer Gestalt, nimmt dieses nach 12 bis 16 Stunden heraus und zersägt es in Blätter, die man an einem kühlen Orte trocken werden läßt.

Wirkliche Steine (Marmor, Malachit, Lasurstein, ꝛc.) werden nur ausnahmsweise zum Furniren der Holzarbeiten gebraucht; zu ihrer Befestigung kann Leim nicht, sondern muß ein harziger Kitt — z. B. Steinkohlenpech, etwa mit Zusatz von Kreide, Kohlenpulver oder Ziegelmehl — angewendet werden. Um bei der hierbei nöthigen Erwärmung das Zerspringen der Steinfurnüre zu verhüten, legt man dieselben in Wasser, welches zum Kochen gebracht wird, und giebt ihnen dann sogleich die ferner nöthige höhere Hitze über einem Kohlenfeuer.

5) Einlegen, eingelegte Arbeit (marqueterie, *inlaying*, *inlaid work*, *marquetry*). — Die eingelegte Arbeit ist von zweierlei Art, nämlich entweder massiv oder furnirt. a) Erstere findet nur bei kleinen und dünnen Gegenständen Anwendung, z. B. zierlichen Billardstöcken (Queues)[2]), Heften oder Handgriffen an allerlei feinen Geräthschaften ꝛc. Die Verzierung besteht hier gewöhnlich in schmalen Streifen (Adern) von verschiedener Farbe, welche auf der Oberfläche des Gegenstandes in mannigfaltigen Richtungen hinlaufen, oft einander durchkreuzen. Ein Beispiel wird die Beschaffenheit der Arbeit und die Art ihrer Verfertigung deutlich machen. Der Gegenstand sei das Heft an einem hölzernen Meterstab. Man hobelt aus Mahagoniholz ein vierkantiges 125 mm langes, 36 mm breites, eben so dickes Stück, und bereitet sich, um dasselbe z. B. mit weißen Adern zu verzieren, eine Anzahl Blätter von Ahorn-Furnüren. Nun wird das Holz der Länge nach in diagonaler Richtung (von einer langen Kante zur gegenüberstehenden) mit der Säge durchschnitten; man legt zwischen beide Theile (nachdem der Schnitt mit dem Zahnhobel geebnet ist) ein Furnürblatt, und leimt Alles fest zusammen. Auf gleiche Weise verfährt man nach und nach in der Richtung der zweiten Diagonal-Ebene und nach mehreren anderen, beliebig gewählten Richtungen. Wird dann zuletzt das Holz in der Gestalt eines Heftes aus-

[1]) Polyt. Centr. 1837, Bd. 1, S. 137, 340. — Kunst- und Gewerbeblatt 1838, S. 761.

[2]) Technolog. Encyklopädie, II. 182.



gehobelt oder auf der Drehbank abgedreht, so bilden die auf der Oberfläche sichtbaren Durchschnitte der Furnürung eben so viele Adern. Es hängt natürlich nur von dem Geschmack und von dem Fleiße des Arbeiters ab, die daraus hervorgehende Zeichnung schön und kunstreich darzustellen. Die möglichen Abänderungen ergeben sich von selbst; z. B. daß man die Anzahl und Richtungen der Schnitte vervielfältigt, dieselben bogenförmig oder geschlängelt anlegt, mehrerlei, auch künstlich gefärbtes, Holz zu den Adern nimmt (z. B. eine Ahorn-Furnür zwischen zwei Ebenholz-Furnüren liegend, wodurch weiße Adern mit schwarzem Saume zu beiden Seiten entstehen); u. s. f. — Das vollendete Stück besteht nun eigentlich aus einer Menge kleiner, mittelst Leim verbundener Theile, welche nach und nach durch die verschiedenen Schnitte entstanden sind. Man kann daher auch so verfahren, daß man alle diese Theile, von massivem Holze und Furnürblättern, einzeln ausarbeitet und sämmtlich auf ein Mal zusammenleimt; aber es wird große Genauigkeit erfordert, um jedem Theile die völlig richtige Gestalt zu geben, ohne welche das Zusammenpassen nur unvollkommen erreicht werden kann.

b) Furnirte eingelegte Arbeit unterscheidet sich von gewöhnlicher Furnirung nur dadurch, daß sie nicht eine gleichartige Decke über dem Blindholze bildet, sondern aus mannigfaltig geformten und neben einander gelegten Theilen verschiedener Holzarten ꝛc. besteht. Die einfachste hierher gehörige Arbeit ist das Einlegen von Adern (filets), womit man gewöhnlich nur die Ränder größerer Flächen einfaßt. Schlichte Adern werden aus einem, zwei oder drei schmalen Streifchen verschiedenartiger Furnüre, zuweilen aus Messing oder Argentan gebildet: erstere werden wie die Furnirung selbst, in welcher sie liegen, aufgeleimt; letztere beiden befestigt man mittelst eines warm aufgetragenen Kittes aus weißem Pech, gelbem Wachs und gemahlener Kreide. Adern mit Dessins (bunte Adern) werden dadurch hervorgebracht, daß man Furnürblätter und in verschiedener Form (dreikantig, rautenförmig ꝛc.) ausgehobelte Stäbchen von allerlei Holz zu einer Platte zusammenleimt, und diese nachher in Streifchen von Furnürdicke quer durch zersägt. Man findet sie gewöhnlich in Längen von 0,6 bis 1^{m} und 3 bis 6^{mm} breit im Handel.

Um in einer (furnirten oder massiven) Holzfläche die nuthartigen Furchen auszuhöhlen, welche zum Einlegen der Adern erfordert werden, bedient man sich entweder eines Adernkratzers (Nuthenreißers, trusquin à filet, *router gage*), der nichts weiter ist als ein Schneidmodel, S. 686, statt des Messers einen schmalen Meißel enthaltend, dessen Schneide quer gegen die Richtung der Bewegung steht[1]); oder eines nach dem Prinzipe des stellbaren Nuthhobels, S. 764, gebauten Adernhobels[2]); oder einer mit der Quadrirsäge, S. 702, hauptsächlich übereinstimmenden Adernsäge[3]).

Künstlicher und schwieriger auszuführen ist diejenige Art eingelegter Arbeit, welche dadurch entsteht, daß in der Furnür, womit eine größere Fläche des Blindholzes bedeckt wird, Arabesken, Laubwerk und ähnliche Verzierungen durchbrochen ausgeschnitten, die offenen Räume aber wieder mit gleichgestalteten Blättchen von anderem Holze ausgefüllt sind. Man macht die Zeichnung mit dem Bleistifte oder der Feder auf Papier; klebt dieses auf ein Furnürblatt von Mahagoniholz, legt darunter eine Furnür von Ahornholz und schneidet beide Blätter zugleich mit der Laubsäge aus freier Hand, oder mit der (S. 699) erwähnten Maschine nach den Umrissen der Zeichnung aus. Die aus dem Mahagoni fallenden Stückchen werden dann in das Ahornblatt eingelegt, und umgekehrt; sodaß man zwei brauchbare vollständige Exemplare und, außer den Sägespänen, keinen Abfall erhält (travail en contre-partie, *counterpart-sawing*)[4]).

---

1) Polyt. Mittheilungen, II. 126.
2) Polyt. Mittheilungen, II. 124.
3) Polyt. Mittheilungen, II. 127.
4) Holtzapffel, II. 731—739.

Ungeachtet der Laubsägenschnitt ein wenig Holz in Späne verwandelt hat, folglich die einzulegenden Theile etwas kleiner sind, als die dafür bestimmten Oeffnungen der Furnür, so hebt sich doch dieser Fehler ganz, und es erzeugen sich nur sehr schmale Leimfugen, da man die Vorsicht gebraucht, die zwei Furnürblätter zum Ausschneiden so auf einander zu legen, daß ihre Fasern rechtwinklig gegen einander laufen. Beim Aufleimen quillt jedes Holz quer gegen die Fasern ein wenig an, und demzufolge schließt sich die Fuge sehr gut, wenn der Sägenschnitt möglichst fein war. Ein minder geschickter Arbeiter bekommt freilich oft so breite Fugen an den Umrissen der eingelegten Zeichnung, daß sie — sehr zum Nachtheile der Schönheit — mit Schellack oder Holzpaste ausgestrichen (S. 750) werden müssen. — Bei Einlegung mit hellfarbigen Holzarten wird oft ein sehr hübscher Effekt durch das Brennen der Furnürstückchen erreicht, welches eine theilweise Braunfärbung derselben durch Hitze ist. An den Rändern bewirkt man diese Färbung durch Eintauchen in sehr stark erhitzten Sand oder sehr heißes geschmolzenes Blei; an beliebigen anderen Stellen durch Daraufblasen einer Lichtflamme mittelst des Löthrohres.

Sehr zusammengesetzte Einlegungen (Holz-Mosaik), wie früher allgemein üblich waren, wo man Blumen oder andere Zeichnungen aus Stückchen verschiedenartiger Furnüre, untermischt mit Plättchen von Elfenbein, Horn, Schildpat, Perlenmutter, bildete, kommen jetzt seltener vor. Die einzelnen Bestandtheile hierzu werden mit der Laubsäge, mit dem Schneidmodel (S. 686), mit der Quadrirsäge (S. 702) aus den — vorläufig mittelst einer Art Zieheisen [1]) zu bestimmter gleicher Dicke abgeschabten — Furnüren zugeschnitten, und auf eine von folgenden zwei Arten vereinigt. Entweder legt man sie auf einem mit Leim bestrichenen Papierbogen gehörig zusammen, und behandelt nach dem Trocknen das Ganze wie eine gewöhnliche Furnür, d. h. leimt es mit einem Male auf das Blindholz, und gebraucht nur die Vorsicht, unter der Zulage ein mehrfach gefaltetes Leinentuch auszubreiten, welches den Druck der Schraubzwingen gleichförmig macht, selbst wenn die Blättchen nicht völlig einerlei Dicke haben. Oder man kopirt die Umrisse der Zeichnung auf das Blindholz, leimt die Bestandtheile einzeln nach einander auf und reibt sie mit dem Furnirhammer an. Statt des Tischlerleims ist zu dieser Arbeit besser die Hausenblase, wegen ihrer stärkern Bindekraft, anzuwenden. — Was gegenwärtig unter dem Namen Holz-Mosaik vorkommt, ist gewöhnlich auf eine wohlfeilere, aber weniger Freiheit der Zeichnung gewährende Art dargestellt, wobei ein gleiches Verfahren wie bei Anfertigung der bunten Adern (S. 806) beobachtet wird. Es werden nämlich — um Tafeln zu Fußböden, desgleichen Sterne, Rosetten und ähnliche in Furnirung einzulegende Verzierungen, wie auch ganze Furnirungen zu kleinen Tischblättern, Schatullen rc. mit Mustern nach Art der Stickmuster zu bilden — quadratische, dreieckige oder rautenförmige, beliebig (z. B. 300 bis 450^{mm}) lange Stäbchen von verschiedenfarbigen Hölzern zu einem Klotze an einander geleimt, welchen letztern man nachher (quer auf die Lage der Stäbe) in Blätter von 2 bis 3^{mm} Dicke zersägt [2]). —

Trockene Birkenreiser (sammt ihrer Rinde) auf die eben erwähnte Weise an einandergeleimt — wobei man die Zwischenräume durch den mit feinen Sägespänen vermengten Leim ausfüllt — geben im Querschnitte eine artige, freilich einförmige Mosaikzeichnung.

Oft werden zu kunstreicher eingelegter Arbeit Furnüre nicht nur von sehr verschiedenfarbigen Holzgattungen, sondern auch von mancherlei eigens zusammengesetzten (aus Leim mit Zusatz von Alaun und Farben bestehenden) Massen, Elfenbein, Perlenmutter, Bleche von Messing, Tombak, Argentan, rc. angewendet (Boule, boule, ouvrage en boule, *buhl work*, *bool work*). Die erwähnten Leimfurnüre erhält man durch Auflösen von möglichst farblosem Knochen- oder Lederleim im 4½fachen Gewichte Wasser und Ausgießen auf eine schwach eingefettete, mit einem Rande versehene Spiegelglasplatte. Unabhängig von den etwaigen Farbenbeimischungen setzt man wohl beim Auflösen des Leimes ein wenig Alaun zu; jedenfalls aber behandelt man die gegossenen Blätter zuletzt mit schwacher Alaunauflösung (1 Theil Alaun in 18 Th. Wasser) bis sie aufschwellen, spült sie mit verdünnter Auflösung von kohlensaurem Kali ab und läßt sie wieder trocknen,

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 98, S. 366.

[2]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1845, S. 613; 1848, S. 541. — Polyt. Centr. 1848, S. 1212. — Brevets 1844, VI. 11.

indem man die Ränder auf Rahmen anklebt. Durch Zusatz der Fischschuppenmasse, welche in den unechten Perlen zur Anwendung kommt, ahmt man mit den Leimfurnüren recht gut die Perlenmutter nach; das Schildpatt aber durch eine braune (aus Torf mittelst Ammoniak gezogene, eingedickte und mit etwas Leim versetzte) Farbe, welche man auf eine frisch gegossene Leimtafel aufträgt, wonach eine zweite Schicht Leim darübergegossen wird, sodaß die Farbe im Innern liegt. — Eine wohlfeile Art von Metall-Einlegung ist dadurch herzustellen, daß man mittelst messingener erhaben geschnittener, stark erhitzter, Stempel beliebige Zeichnungen in die Furnirung eindrückt, die Vertiefungen mit einer geschmolzenen sehr leichtflüssigen Metallmischung (2 Wismuth, 1 Blei, 1 Zinn, $^1/_{10}$ Quecksilber) unter Anwendung eines erwärmten Messers ausstreicht, nachher mit Bimsstein und Oel abschleift. Durch Ueberstreichen mit einer von Säure-Ueberschuß ziemlich freien Gold-, Silber- oder Kupferauflösung können diese Verzierungen vergoldet, versilbert, verkupfert werden. Eine Nachahmung der Metalleinlegung, welche z. B. auf hölzernen Tabakdosen vorkommt, wird dadurch hergestellt, daß man die Fläche mit starker Zinnfolie überklebt, einen mehrfachen Farbenanstrich giebt, in diesen beliebige Linien bis aufs Zinn einritzt oder auch breitere Theile herausschabt, endlich firnißt.

6) Vollendung der furnirten und eingelegten Arbeiten. — Nachdem der gewöhnlich die Furnirung verunreinigende Leim mit einem etwas stumpfen Stechbeitel oder Stemmeisen abgeschabt ist, glättet man die ganze Oberfläche mit dem Hobel (Abputzen, replanir, replanissage). Da in der Regel das Furnürholz maserig oder verwachsen (blumig) ist, folglich leicht einreißt, und das Ausspringen selbst nur kleiner Theile die ganze Arbeit verderben würde; so kann man gewöhnlich keinen andern als den Zahnhobel, oder allenfalls den doppelten Schlichthobel, anwenden. Wenn man denselben über Leimfugen hinführt, muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß das Eisen dieselben in schräger Richtung durchkreuzt, weil sonst die zusammenstoßenden Ränder ausbröckeln oder einreißen. Gegen Ende der Arbeit zieht man das Eisen mehr in den Kasten zurück, sodaß es nur höchst wenig eingreift. Gut ist es, die Sohle des Hobels mit trockner Seife zu bestreichen, damit derselbe sehr leicht fortgleitet und nicht an etwa noch vorhandenen Leimtheilchen anklebt.

Nach dem Abputzen folgt das Abziehen mit der Ziehklinge (S. 774), das Schleifen (S. 775), endlich das Poliren (S. 781); lauter Arbeiten, welche im Vorhergehenden ausführlich beschrieben sind. — Die (S. 804) erwähnten Steinfurnüre schleift man, nachdem sie sehr gut getrocknet sind, mit einem Stücke Bimsstein und Wasser, wobei man den abgeriebenen Schlamm, sobald er dick wird, mit einer Ziehklinge wegnimmt. Nur zu Ende des Schleifens putzt man nicht ab, sondern reibt vielmehr den Schlamm mittelst des Furnirhammers sorgfältig ein, um alle Poren damit auszufüllen. Nachdem hierauf die Arbeit vollständig getrocknet ist, reibt man sie noch einmal mit nassem Bimsstein, um die darauf sitzende Kruste von erhärtetem Schlamm aufzuweichen, schabt sehr vorsichtig die ganze Fläche mit einer scharfen Ziehklinge rein ab, schleift nun mit Bimsstein und Terpentinöl, putzt allen Schmutz ohne Zeitverlust weg (weil derselbe schnell eintrocknet), und schreitet endlich zum Poliren. Letzteres wird mit Schellack-Politur wie bei Holz-Furnüren verrichtet, mit dem einzigen Unterschiede, daß man anfangs kein Oel auf den Ballen nimmt, sondern dieses erst dann anwendet, wenn bereits einiger Glanz sich zeigt.

III. Wagner-Arbeiten [1]).

Der Wagner, Stellmacher (charron, *cartwright*) verfertigt die Holzarbeit an Wägen aller Art, ferner mancherlei wagenartige Geräthe, als Schiebkarren, Pflüge 2c. Eine ins Einzelne gehende Erklärung der dabei vorkommenden Verrichtungen ist nicht ohne Beschreibung der Wagen-Konstruktionen selbst zu geben, welche

[1]) Lebrun, Manuel du charron et du carrossier, 2 Tomes, Paris 1833. — J. C. Rinne, Theoret. prakt. Handbuch des Wagners, Stellmachers und Chaisenfabrikanten, Weimar und Ilmenau 1835. — L. Beckmann, Theoretisch-praktisches Handbuch des Wagners und Chaisenfabrikanten, Weimar 1848. — F. A. Bickes, Darstellung der Kunst der Kutschenfabrikation, Freiburg 1829.

hier nicht beabsichtigt wird. Das Folgende beschränkt sich deshalb auf einige allgemeine Bemerkungen.

Die Holzarten, welche vom Wagner angewendet werden, sind vorzüglich Esche und Ulme, außerdem Birke, Eiche, Rothbuche, Nußbaum, Weißbuche, Ahorn. Linde, Pappel, Tanne und ähnliche Hölzer finden nur bei Kutschenkästen zu solchen Theilen, welche keine große Gewalt zu leiden haben, Anwendung. In England macht man oft die Füllungen an Kutschen von geringem Mahagoni.

Die hölzernen Bestandtheile werden entweder aus dünnem Rundholz (Stangenholz, S. 646) gemacht oder aus Klötzen gespalten (S. 667), oder aus Bohlen von verschiedener Dicke zugeschnitten (S. 649), wozu größtentheils Handsägen, in sehr großen Werkstätten aber auch öfters Maschinen (S. 662) in Anwendung kommen. Für die Darstellung krummer Bestandtheile, die bei Wagenarbeit in so großer Menge vorkommen, ist das Biegen (S. 747) von äußerster Wichtigkeit, und verdient überall angewendet zu werden, wo Gelegenheit dazu ist. Selbst die Felgen der Räder können durch dieses Mittel aus einem einzigen Stücke gemacht werden. Die Füllungen der Kutschenkästen erhalten ihre (quer über die Richtung der Fasern gehende) Wölbung ebenfalls durch Biegen, indem man sie mit einem Schwamme naß macht und zugleich vor ein hell brennendes Feuer hält (vgl. S. 622).

Die Hauptwerkzeuge des Wagners, zur Ausarbeitung des Holzes, sind: Sägen (die Klobsäge, S. 697, und Handsägen von verschiedener Größe, welche mit jenen des Tischlers, S. 698—699, übereinstimmen); Beile (S. 683) und Texel (S. 684); Schnittmesser (S. 685); verschiedene Eisen (S. 687—690), namentlich Stechbeitel, Kantbeitel, Stemmeisen, Lochbeitel, Hohleisen, Geisfüße und Viereisen; Hobel (sowohl mehrere Arten der Tischlerhobel, als auch ganz eigenthümliche, S. 713, 714, 716); Raspeln (S. 704); Bohrer (besonders Hohlbohrer, S. 727); eine einfache, stark gebaute Drehbank, worauf die Naben der Räder abgedreht werden; eine Bohrmaschine, um in den Naben die Löcher zum Einsetzen der Speichen vorzubohren [1]). Zur Befestigung der Arbeitstücke dienen: die Hobelbank (S. 670), die Schneidbank (S. 672) und die Schneidsäule. Letztere ist eine aufrecht stehende, sehr dicke Bohle mit mehreren Löchern von verschiedener Größe, in welche die Wagenachsen 2c. eingesteckt werden, wenn man sie mit dem Schnittmesser bearbeitet.

Die Anwendung von Spezialmaschinen [2]) hat zunächst bei der Herstellung der Wagenräder mehrfach Platz gegriffen.

IV. **Böttcher-Arbeiten** [3]).

Die Hauptarbeit des Böttchers, Küfers, Binders oder Faßbinders (tonnelier, *cooper*) sind Fässer; außerdem verfertigt derselbe Bottiche, Tonnen, Eimer u. dgl. Ueber die Holzarten, welche zu diesen Gegenständen verarbeitet werden, ist (S. 667) das Nöthige angeführt. Zu guter Arbeit kann nur Spaltholz gebraucht werden, weil dieses die größte Festigkeit besitzt, und am wenigsten den Veränderungen durch die Einwirkung der Feuchtigkeit unterliegt (S. 666); indessen wird doch öfters auch mit der Säge geschnittenes Holz angewendet, wiewohl bloß zu Fässern für trockene Gegenstände, welche weniger Genauigkeit und Unveränderlichkeit erfordern.

Zur Verfertigung eines Fasses werden die rohen Stäbe (S. 667) mit dem Segerz oder dem Breitbeile (S. 683) aus dem Groben behauen, wobei schon die Anlage zu der Krümmung an den langen Kanten gemacht wird (da wegen der bauchigen Ge-

---

1) Polyt. Centr. 1851, S. 1. — Kunst- und Gewerbeblatt 1851, S. 130.
2) Deutsche Ind.-Ztg. 1872, S. 362. — Wiebe, Skizzenb. 1869, Heft 6, Bl. 1—6. — Polyt. Journ. Bd. 206, S. 5.
3) Technolog. Encyklopädie, Bd. VIII. Artikel: Küferarbeiten. — F. W. Barfuß, Die Kunst des Böttchers, Weimar 1839 (102. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Brevets, XL, 294.

stalt des Fasses die Stäbe oder Dauben, douves, douelles, in der Mitte breiter sein müssen, als an den Enden). Diese Krümmung ist indessen nicht die einzige erforderliche; vielmehr sind die Dauben auch der Breite nach krumm, nämlich äußerlich konvex, innerlich konkav, weil das Faß im Querschnitte nicht vieleckig sondern kreisförmig sein muß. Die äußere Konvexität wird zunächst, wenigstens vorbereitend dadurch gegeben, daß man die Dauben mit dem Rauhhobel, dann mit dem Glatthobel (S. 712) bearbeitet; die Aushöhlung der inneren Fläche auf der Schneidbank durch Beschneiden mit dem Krummeisen (S. 686), oder bei großen Dauben durch Behauen mit dem Texel (S. 684), worauf aber jedenfalls mit dem Krummeisen nachgearbeitet werden muß. Sodann werden die Seitenkanten (Fugen) der Dauben durch Abhobeln auf der Stoßbank (S. 712), — wenn sie sehr groß sind mittelst des Blöchels (das.) — berichtigt, endlich aber mit dem Rauh- und Glatthobel geglättet.

Wenn alle zu einem Fasse gehörigen Dauben so weit vollendet sind, kann zum Aufschlagen oder Aufsetzen geschritten werden, d. h. zur Zusammenstellung der Dauben und Umlegung derselben mit Reifen. Man stellt zu diesem Behufe zuerst vier Dauben in vier gleich weit von einander entfernten Punkten des Kreises senkrecht auf; befestigt an den oberen Enden derselben einen von außen herumgelegten eisernen Reif (Hauptreif) mittelst Schraubzwingen oder gabelförmiger hölzerner Aufsetzkloben; setzt innerhalb des Reifes nach und nach alle übrigen Dauben neben einander ein; und treibt denselben weiter an dem Fasse hinab, daß er gehörig fest sitzt und die Dauben in der Nähe ihrer Enden (Köpfe) stark zusammenpreßt. Ferner wird ein zweiter, etwas weiterer Reif aufgetrieben, der seinen Platz mehr gegen die Mitte des Fasses hin findet (Halsreif); und ein dritter der noch näher an die Mitte hin geht (Bauchreif). Bei großen Fässern werden mehrere Halsreifen angelegt. Bei dieser Behandlung sind die Dauben genöthigt (in Folge ihrer größeren Breite am mittleren Theile) eine Krümmung nach ihrer Länge anzunehmen, indem sie, von den Reifen gezwungen, sich biegen und die Wölbung oder den Bauch des Fasses erzeugen: diese Biegung erleichtert man durch Wärme und Feuchtigkeit, indem man innerhalb des Fasses ein Feuer von Hobelspänen anmacht (Ausfeuern), und die Dauben von innen mit Wasser benetzt. — Durch das so eben auseinandergesetzte Verfahren ist bloß die obere Hälfte des Fasses gebunden. Um das Nämliche mit der untern Hälfte zu erreichen, wird um dieselbe, ganz nahe an den dortigen Enden der Dauben, ein starker Strick geschlungen, den man mittelst einer eigenen Schraub-Vorrichtung (Zug, Schraubwinde, Faßzieher) kräftig anzieht, bis die Köpfe der Dauben sich einander sehr genähert haben. Sammt der Winde wird nun das Faß umgestürzt, und die jetzt oben befindliche Hälfte auf die nämliche Weise mit Reifen versehen, wie zuvor von der ersten Hälfte angegeben wurde.

Statt des Ausfeuerns kann mit bestem Erfolg die Erweichung der Dauben durch Wasserdampf angewendet werden; man setzt nämlich das durch ein Paar Reifen vorläufig etwas zusammengehaltene Faß in einen Behälter, der mit Dampf aus einem Dampfkessel angefüllt wird, und nimmt die fernere Bearbeitung vor, nachdem das Holz durch dieses Mittel gehörig biegsam geworden ist (vgl. S. 747).

Die beiden Enden des Fasses werden nun mit der Säge beschnitten, die hiernach noch über die Stelle des Bodens hervorspringenden Theile der Stäbe (die Kimme, jable, *chimb*) auf der Hirnseite mit dem Stemmhobel (S. 712), auf der innern Fläche durch Behauen mit dem Beile, Beschneiden mit dem Krummeisen und Abhobeln mit dem Gärbhobel (S. 713) geglättet. Dann wird die Kröse oder der Falz, worin der Rand des Bodens Platz finden soll, mit den dazu gehörigen Werkzeugen ausgearbeitet (S. 772).

Die Böden (fond, *heading*) werden aus dem dazu bestimmten Holze (S. 667) verfertigt, indem man die einzelnen Stäbe an den langen Rändern auf der Stoßbank und dann mit dem Glatthobel oder Fugenhobel (S. 712) recht gerade abfügt; sie durch Döbel verbindet (S. 756); mit dem Zirkel den Umkreis des Bodens vorzeichnet, und denselben mit der Säge ausschneidet; die äußere Fläche mit dem Rauhhobel und Glatthobel abrichtet, mit dem Schabhobel (S. 713) etwas hohl ausarbeitet; den Rand mit dem geraden Zugmesser beschneidet und mit dem Bodenram-

schnitt (S. 772) abschrägt; endlich mit dem Stabzeug, Kranzhobel oder Bahnhobel (S. 716) beliebige Verzierungen hervorbringt. — Um die Böden in das Faß einzusetzen, werden die Reifen in der Nähe der Enden theils abgenommen, theils gelockert, die Dauben so viel nöthig aus einander gezwängt, und nach dem Einsetzen des Bodens die Reifen wieder fest aufgetrieben.

Den Beschluß macht das Streifen des Fasses, d. h. die Glättung desselben von außen, mittelst des Streifhobels, wobei alle Reifen abgenommen werden (S. 713); das Beschlagen, nämlich das Wiederantreiben der erforderlichen Anzahl Reife, wobei gewöhnlich zugleich die Fugen zwischen den Dauben verrohrt (d. h. durch zwischengelegte Blätter der Rohr- oder Lieschkolbe, Typha latifolia, dichter gemacht) werden; das Bohren des Spundloches und (sofern ohne Weiteres die Anbringung eines Hahnes oder Zapfens beabsichtigt wird) des Zapfenloches.

Die Verfertigung anderer Gefäße, welche außer den Fässern vom Böttcher gemacht werden, ergiebt sich zum großen Theile aus dem Gesagten von selbst; sie ist jedoch in mehreren Beziehungen einfacher und leichter, da jene Stücke nur einen Boden haben, und nicht von bauchiger Gestalt, sondern in der Regel abgestutzt konisch sind, aus letzterem Grunde also die Dauben geradlinige Fugen erhalten.

Die Anwendung von Maschinen zur Fabrikation der Böttcher-Ware, insbesondere der Fässer für trockene Gegenstände (welche minderer Genauigkeit in der Ausführung bedürfen), sowie der Bottiche und Eimer, ist vielfältig unternommen worden; es giebt eine große Zahl von Maschinen und Maschinensystemen theils zur Bearbeitung der Dauben, theils zu vollständiger Herstellung der Fässer rc.[1]).

Als Beispiel mag folgende Reihe maschineller Vorrichtungen angeführt werden:

1) Eine Kreissäge, um die Baumstämme in Breter zu zerschneiden, welche nachher in die der Größe der Fässer entsprechende Länge quer abgeschnitten werden. Man umgeht also hier die zu guter Arbeit unerläßliche Bedingung, Spaltholz anzuwenden.

2) Eine kleinere Kreissäge, durch welche die Dauben an beiden langen Kanten nach der durch die bauchige Gestalt des Fasses erforderten krummen Linie zugeschnitten werden. Man erreicht diesen Zweck, indem die Daube auf einem liegenden Rahmen befestigt ist, der selbst wieder auf einer Tafel längs einer gekrümmten eisernen Schiene fortgeschoben wird, und also im Bogen an der Säge vorbei geht. — Die innere Fläche der Dauben wird nicht, wie es bei der Handarbeit immer geschieht, ausgehöhlt, sondern bleibt eben.

3) Eine Maschine zum Aufsetzen der Fässer, zum Abdrehen des Randes an beiden Enden und zur Bildung der Kimme. Die Dauben werden aus freier Hand zusammengestellt und an jedem Ende durch einen Reif leicht vereinigt; dann stellt man das Ganze auf eine Scheibe, sammt welcher es gehoben und in die Oeffnung eines eisernen Ringes gedrängt wird, sodaß die Dauben sich aneinander schließen und das Anlegen der Reifen gestatten. Mit beiden Enden des Fasses wird auf ganz gleiche Weise verfahren. Indem ferner das auf der Scheibe stehende Faß eine Drehung um seine vertikale Achse empfängt, beschneidet ein Drehmeißel den Rand oder die Hirnseite der Dauben, und ein anderer schneidet die Kimme ein.

4) Ein kleiner Bohrstuhl, um in den Bretstücken, woraus die Böden zusammengesetzt werden, die Löcher für die Döbel zu bohren.

5) Eine Vorrichtung zum Runddrehen der Böden und zur Abschrägung ihres Randes. Der Boden dreht sich dabei in horizontaler Ebene um seinen Mittelpunkt, und Drehmeißel, welche auf seinen Umkreis wirken, bringen den genannten Erfolg hervor.

---

[1]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 626. — Brevets, T, 25, p. 39; T. 33, p. 8; T. 48, p. 328; T. 58, p. 115; T. 62, p. 271; T, 76, p. 490; T. 80, p. 429, 510; T. 87, p. 180; T. 91, p. 110. — Brevets 1844, T. 20, p. 229; T. 35, p. 247. — Génie ind., T. 21, p. 61; T. 23, p. 206. — Jobard, Bulletin, T. 37, p. 234; T. 39, p. 241. — Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbevereins, Jahrg. 1863, S. 531. — Polyt. Journ., Bd. 70, S. 418; Bd. 131, S. 427; Bd. 157, S. 12; Bd. 160, S. 101; Bd. 169, S. 409; Bd. 195, S. 223. — Polyt. Centr. 1860, S. 224, 826, 1073, 1075; 1862, S. 1328; 1863, S. 1208; 1864, S. 711. — Schweiz. Z. 1860, S. 34. — Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 355; S. 402; 1871, S. 372.



6) Eine Maschine zum Glattdrehen des (bloß an jedem Ende mit einem Reife versehenen) Fasses auf seiner äußeren Oberfläche. Es ist dies eine Art Drehbank, in welcher das Faß horizontal liegend eingespannt wird und sich um seine Achse bewegt. Das Abdrehen wird von einem Hobel bewirkt, der sich längs des Fasses fortbewegt.

Zum Zuschneiden der Dauben für Eimer und kleine Fässer, deren Querschnitt die Form eines Kreisring-Sectors hat, ist die Zylindersäge (S. 662) ein vortreffliches Mittel.

Fässer, welche zur Aufbewahrung von Bier und anderen Getränken dienen, werden innerlich ausgepicht; zur schnellen und guten Ausführung dieser Arbeit sind neuerdings maschinelle Einrichtungen[1]) (Faßpichmaschinen) in Gebrauch gekommen, bei denen die heißen Verbrennungsgase einer mittelst Ventilator mit Luft versorgten Feuerung in das Innere des Fasses geführt werden, um die Wandung desselben anzukohlen und so stark zu erhitzen, daß das eingebrachte Faßpech zum Schmelzen kommt und durch schwenkende Bewegung des Fasses im Innern gleichförmig vertheilt werden kann.

V. Drechsler-Arbeiten[1]).

Da die Kunst des Drechslers sich fast ganz auf den Gebrauch der Drehbank (S. 736) und der dazu gehörigen einfachen Werkzeuge beschränkt, so ist — wenn man nicht die Verfertigung bestimmter einzelner Gegenstände bis zu den kleinsten Handgriffen herab beschreiben will — hier wenig mehr anzuführen. Das zur Verarbeitung bestimmte Holz wird mit der Säge in erforderlicher Größe zerschnitten (wobei man es gewöhnlich im hölzernen Schraubstocke, S. 673, festhält), mit dem Beile aus dem Groben behauen oder mit dem Schnitzmesser roh geformt (S. 686), an der Drehbankspindel mittelst der Futter (nöthigen Falls mit Hülfe des Reitstockes) rundlaufend eingespannt, und zuerst mit der Röhre, nachher mit dem Meißel und wenigen anderen Drehstählen zu der beabsichtigten Gestalt ausgearbeitet. Löcher und Höhlungen erzeugt man mit Bohrern (Löffel- und Zentrumbohrern), und erweitert sie durch den Ausdrehstahl. Schraubengewinde werden mit Schraubstählen geschnitten (S. 744). Zum Nachmessen der Arbeit während des Drechselns dienen Zirkel verschiedener Art, besonders Dickzirkel, Lehren (S. 679) und der Ausdrehwinkel oder Schubwinkel (S. 679). Bei hohlen Gegenständen ist es Regel, die Höhlung auszuarbeiten bevor das Aeußere völlig abgedreht wird; weil sonst, namentlich bei dünnen Wänden, leicht eine Beschädigung stattfinden könnte, wenn man den nöthigen Druck von innen heraus zuletzt anwenden würde. Der fertige Gegenstand wird mit dem Meißel von dem im Futter zurückbleibenden Reste des Holzes losgeschnitten (a b g e s t o c h e n).

Feinere Gegenstände werden, von Neuem eingespannt, mit Bimssteinpulver und Oel auf Filz, mit Schachtelhalm oder mit Glaspapier geschliffen, und mit Schellack-Auflösung polirt (S. 782). Das oft vorkommende Beizen gedrechselter Waren wird nach der hierüber gegebenen Anweisung (S. 777—781) verrichtet.

Wenn Gegenstände zu drechseln sind, welche nach der Vollendung aus zwei oder mehreren Theilen bestehen sollen, so darf man sie nicht erst zuletzt zerschneiden, weil der Sägenschnitt Holz wegnimmt, welches dann an der vollen Rundung fehlen würde. Man dreht demnach das Stück nur halb fertig, zerschneidet es, hobelt die Schnittflächen glatt ab, leimt die Theile mit einem zwischengelegten feinen Papierblatte wieder zusammen, und beendigt das Abdrehen. Das Papier gestattet nachher die Trennung der Theile durch vorsichtiges Zerspalten, sodaß schließlich nur noch die inneren Flächen zu reinigen sind. (Das analoge Verfahren für Metallarbeit s. S. 295).

Bei der fabrikativen Verfertigung hölzerner Drechslerwaren machen die Spindeln der vom Wasser getriebenen Drehbänke wohl 2000 bis 2500 Umläufe in 1 Minute, wodurch eine außerordentliche Beschleunigung der Arbeit erlangt wird, sodaß z. B. eine zylindrische Büchse von 70 mm Höhe, 50 mm Durchmesser, nebst ihrem Deckel in ungefähr 4 Minuten herzustellen ist. Mit so schneller Umdrehung des Arbeitstückes sind mancherlei

---

[1]) Polyt. Centr. 1872, S. 813; 1873, S. 521.

[2]) Die Drehkunst, von A. W. H e r t e l, Weimar 1855 (15. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke).

überraschende und praktisch nutzbare Erfolge zu erzielen, welche auf der durch Reibung entwickelten bedeutenden Wärme beruhen. So versieht man die gedrechselten Gegenstände mit weißen metallglänzenden Reifen durch Anhalten eines schmalen Stückes Zinn, welches unter der heftigen Reibung sich so erhitzt, daß es an der Berührungsstelle schmilzt und sich in dünner Schicht an das Holz hängt: durch Anhalten eines recht harten Stückes Eichenholz bringt man eine oberflächliche Verkohlung hervor, wovon die so behandelten Stellen glänzend braunschwarz werden, als ob sie schwarzgebeizt und polirt wären; ꝛc. Gelbe Reifen auf gedrehten Spielwaren von weißem Holze (Ahorn z. B.) erzeugt man schon bei viel geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit durch Anhalten eines zugespitzten Stückchens Kurkumewurzel.

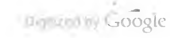
VI. **Bildhauer-Arbeiten.**

Das Schnitzen (tailler, sculpter, *carving*) des Holzes mit Messern und messerartig wirkenden Eisen wird zur Verfertigung vieler ordinärer und allgemein verbreiteter Waaren angewendet (Holzschuhe, Schaufeln, Rechen, Heugabeln, Mulden und Tröge, Teller, Löffel, mannigfaltiges Kinderspielzeug u. s. w.)[1]); in seiner höheren Ausbildung bildet es die Hauptbeschäftigung des in Holz arbeitenden Bildhauers, welcher indessen weniger eigentliche und selbstständige Kunstwerke, als hauptsächlich mancherlei Verzierungen auf Tischlerarbeiten (Rahmenleisten, Arabesken, Rosetten, Säulen-Kapitäle ꝛc.), ferner Arm- und Kronleuchter, Uhrkästen u. dgl., endlich Modelle für den Metallguß, liefert. Die mäßig harten, fein und gleichförmig gewebten Hölzer, an welchen weder die Jahrringe noch die Spiegel sehr stark hervortreten, eignen sich am besten zu geschnitzten Arbeiten, weil sie sich leicht und nach jeder Richtung gleich gut schneiden lassen, auch an dünnen Rändern nicht zu sehr dem Ausbröckeln unterworfen sind. Am öftesten bedient sich daher der Bildhauer des Lindenholzes, und zu kleinen Gegenständen des Birnbaum-, manchmal auch wohl des Apfelbaum-, Pflaumbaum- und Nußbaumholzes. Eichenholz ist, bei seinen groben Fasern und seiner Härte, schwer zu bearbeiten, und es wird deshalb hauptsächlich da gebraucht, wo man es seiner Festigkeit und Dauerhaftigkeit wegen wählt, z. B. bei Hausthüren und andern der Witterung ausgesetzten Gegenständen. Feine ausländische Hölzer dienen zu kleinen, künstlichen Stücken; so namentlich das Zedernholz, Ebenholz, u. A.

Die Haupt-Werkzeuge des in Holz arbeitenden Bildhauers (carver) sind verschiedene Arten von Eisen (S. 687—690) — Bildhauereisen, *carving tools* — und Raspeln (S. 704—706). Von ersteren gebraucht er Flacheisen, Balleisen, Hohleisen (Hohlbohrer), Hohlflacheisen, Geisfüße, sämmtlich theils gerade, theils verschiedentlich gebogen. Die Anwendung der einzelnen Arten richtet sich immer nach der Gestalt der auszuarbeitenden Theile, sowie nach Gewohnheit und Gutdünken des Arbeiters. Wenn ein Gegenstand aus dem Groben bearbeitet wird (beim Poussiren) wendet man größere Eisen an und treibt sie mit dem hölzernen Schlägel, weil es hier am meisten auf Schnelligkeit ankommt und man ohne Gefahr starke Späne abnehmen kann. Dagegen dienen bei der Vollendung (beim Reinschneiden) mehr die kleinen Eisen, welche man frei in der Hand führt nnd bloß durch deren Druck wirken läßt. Die Ausarbeitung bedeutender Vertiefungen wird sehr erleichtert, wenn man (am besten mit Hülse der Drehbank) viele Löcher neben einander einbohrt, dann die Zwischenwände herausbricht und mit Stecheisen nacharbeitet. Mittelst der Raspeln werden größere Oberflächen der Arbeitstücke vollendet, die durch Beschneiden mit dem Eisen nicht glatt genug zu erhalten sind. Man bedarf sowohl gerader (hauptsächlich flacher und halbrunder) als gebogener Raspeln (Riffelraspeln): letzterer um in Vertiefungen zu arbeiten. Die größte Glätte giebt man den Gegenständen oft durch Reiben (Schleifen) mit Schachtelhalm oder Glaspapier.

---

[1]) Das Kunstholzhandwerk im oberbayerischen Salinen-Forstamtsbezirke Berchtesgaden. München 1859.



Zu den Geschäften des Bildhauers gehört gewöhnlich auch die Verfertigung geformter Verzierungen aus mancherlei Massen (S. 750, 794). Das Firnissen, Bronziren und Vergolden sind Vollendungs-Arbeiten, von welchen im Vorausgehenden das Erforderliche angeführt worden ist.

Zur Ausführung von ornamentalem Holzschnitzwerk auf maschinellem Wege (im Besondern zum mehrfältigen Kopiren eines hölzernen — besser metallenen — Reliefs) sind Vorrichtungen nach verschiedenen Prinzipien konstruirt worden[1]). Von einer solchen Schnitzmaschine erhält man einen Begriff durch Folgendes: In einem gußeisernen Gestelle liegt eine schlittenartig auf Gleisen schiebbare horizontale Gußeisenplatte, auf welcher eine zweite solche Platte mittelst kleiner Räder, in einer zur Bewegung der ersten rechtwinkligen Richtung, sich bewegen läßt. Auf der oberen Platte wird in der Mitte das zu kopirende Original-Relief festgelegt, während neben diesem zwei oder mehrere Holzplatten — als das Material zu den Kopien — angebracht sind. Vermöge der doppelten Schiebbarkeit ist es leicht, nach und nach jeden Punkt des Originales unter das Ende eines senkrechten stählernen Stiftes zu versetzen, der von oben herabreicht und das Relief berührt. Entsprechend ist über einer jeden der zu bearbeitenden Holzplatten ein ähnlicher Stift angebracht, welcher aber am untersten Ende eine Schneide besitzt. Die sämmtlichen Stifte (der stumpfe wie die schneidigen) empfangen eine stetige schnelle Drehung um sich selbst, und haben zugleich die Fähigkeit sich zu heben und zu senken. Indem nun die verschiedenen Punkte des Original-Reliefs allmälig unter den stumpfen Stift gelangen, spielt dieser nach Maßgabe der sich ihm darbietenden Erhöhungen und Vertiefungen auf und nieder; durch den Mechanismus theilen sich dieselben Hebungen und Senkungen den schneidigen Stiften mit, welche als eine Art Bohrer wirken, alles ihnen im Wege stehende Holz auf den in Arbeit befindlichen Platten wegschneiden und der Oberfläche dieser letzteren die nämliche Gestalt geben, welche das Original-Relief besitzt. Arabesken, Rosetten, Palmetten, Guirlanden, Schnörkel u. dgl. sind auf diese Weise schnell in größerer Anzahl und mit einer überraschenden Sauberkeit herzustellen.

VII. Holzschnitte[2]).

Die Holzschneidekunst (gravure en bois, *wood cutting*) hat die Darstellung hölzerner Formen für den Abdruck zur Aufgabe. Früher beschäftigte dieselbe sich hauptsächlich mit Erzeugung der Druckformen (Model) für den Kattun-, Wachsleinwand-, Tapeten-, Papier- und Spielkarten-Druck (Formschneiden, Formstechen, Modelstechen, *print cutting*); die Verfertigung von Holzschnitten oder Holzstichen zum Abdruck in der Buchdruckerpresse hat aber neuerlich eine so bedeutende Ausbreitung und technische Vervollkommnung erfahren, daß sie in gewisser Beziehung mit der Kupferstecherei wetteifert. Man hat diesem höhern Zweige der Holzschneidekunst zur Unterscheidung den Namen Xylographie beigelegt.

a) Formstecherei[3]). — Das Holz zu den Druckmodeln wird, in einer Stärke von 50 bis 80^{mm}, auf die (S. 626) angegebene Weise aus zwei oder drei Dicken zusammengeleimt, und der Stich in dem Birnbaumholze so ausgearbeitet, daß alle Linien und Flächen, welche sich abdrucken sollen, hoch stehen, die übrigen Theile dagegen mehr oder weniger (2 bis 3^{mm}, große Stellen noch stärker) vertieft sind. Nachdem die Fläche recht eben abgehobelt, mit der Ziehklinge abgezogen und mit

---

[1]) Polyt. Journ., Bd. 96, S. 362; Bd. 98, S. 422; Bd. 99, S. 271; Bd. 111, S. 263; Bd. 122, S. 251; Bd. 137, S. 247. — Polyt. Centr., Neue Folge, Bd. 6 (1845), S. 564; Bd. 7 (1846), S. 434, 438; Jahrg. 1851, S. 1292; 1855, S. 1291. — Kunst- und Gewerbe-Blatt 1846, S. 430. — Deutsche Gewerbezeitung 1859, S. 398. — Brevets, T. 81, p. 277. — Brevets 1844, VIII. 4.

[2]) J. M. Rouget, Anleitung zur Xylographie oder Holzschneidekunst, sowie zur Modelstecherei. Ulm 1855.

[3]) Ch. H. Schmidt. Die Formschneidekunst, Weimar 1849 (173. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Waldhecker, Praktische Anweisung, Druckformen sowohl von Holz als Messing zu verfertigen, Minden 1835.

Bleiweiß (in Leimwasser angerieben) dünn bestrichen ist, wird darauf der Dessin durch Abpausen (Kalkiren) von einer Zeichnung übertragen, mit Bleistift nachgezogen und Alles, was vertieft sein muß, theils mit dem Messer (S. 685) herausgeschnitten, theils mit kleinen Eisen, als: Flacheisen, Grundeisen, Hohleisen (S. 688, 689), herausgestochen. Des Messers bedient man sich hauptsächlich zum Einschneiden der Umrisse, der Eisen zum Herausheben der Holztheile. Enthält die Zeichnung feine Linien oder kleine Punkte, die in Holz ausgeschnitten theils sehr mühsam zu verfertigen wären, theils gar zu leicht brechen würden, so bildet man dieselben aus Messing (zuweilen aus Kupfer), und zwar die Linien aus Blech, die Punkte aus Draht, nachdem an den betreffenden Stellen das Holz bis auf eine Tiefe von 3 oder 4^{mm} ganz weggearbeitet ist. Das Blech wird mit einer eigens dazu eingerichteten Schere (S. 251) in Streifen von der gehörigen Breite zerschnitten, die man dann mit einer Zange oder durch Hämmern in einer stählernen Stanze nach Erforderniß biegt, an der untern Kante schneidig zufeilt, und mit dem Hammer in das Holz einschlägt, in welchem vorläufig mit einem Schlageisen (S. 688) oder Hohleisen eine entsprechende Furche gebildet ist. Schmalen Blechstreischen giebt man ihre Krümmung in ganzer Länge mittelst des Seckenzuges (S. 213), und schneidet dann erst Stücke davon ab. Runde Punkte entstehen durch gewöhnlichen runden Draht, sternförmige u. dgl. durch Façondraht (S. 191, 205, 209). Formen, auf welchen ein großer Theil der Zeichnung aus Punkten zusammengesetzt ist, nennt man Stippelformen (Stippelarbeit, picotage). Zum Einschlagen der Drahtstifte, picots (zum Pikotiren) dient, damit dieselben sich nicht biegen, eine Punze von Eisen oder Messing (Pikotireisen, Stiftensetzer, Draht eisen), in deren Grundfläche ein Loch sich befindet, so weit als der Draht dick ist, und so tief als derselbe aus dem Holze hervorragen soll. Man schiebt den zugespitzten Stift in dieses Loch, setzt die daraus hervorstehende Spitze auf die Form, und schlägt mit dem Hammer oben auf das Eisen, bis die Grundfläche des letzteren das Holz berührt. So wird erreicht, daß alle Stifte gleich hoch stehen. Dünne Stifte erhält man auf die Weise, daß man ein Stück Draht in durch das Augenmaß bestimmten gleichen Entfernungen mit der Feile nach der Gestalt eines Sägenzahns einkerbt, das Ende dieses Drahtes in die Höhlung des Pikotireisens einschiebt, und ihn durch eine einzige leichte Biegung abbricht. Die Schrägung der Kerbe bildet die Spitze des Stiftes. Dickere Stifte kneipt man mit einer eigenen Kneipzange (S. 247) in der gleichen Länge ab, versieht sie mit einer rundum gleichmäßig zugefeilten Spitze, und schlägt sie in ein im Holze vorgebohrtes Loch. Der Bohrer, dessen man sich hierbei bedient, ist ein Zentrumbohrer, oder hat eine Spitze wie kleine Metallbohrer, und wird mittelst Rolle und Drehbogen bewegt (S. 273, cc; 731). Auch für Façondraht bohrt man nur runde Löcher vor. Nach Vollendung der Form werden die sämmtlichen Messingtheile mit einer flachen Feile vorsichtig abgeglichen und zu völliger Berichtigung mit einem Handschleifsteine abgeschliffen. Man läßt sie aber ein wenig höher stehen, als die in Holz geschnittenen Theile des Dessins, weil letztere beim Gebrauch der Form durch die Nässe der Druckfarbe anquellen und sich erhöhen, auch überhaupt die dünnen Metalltheile sich weniger gut abdrucken, wenn ihre Enden mit dem benachbarten Holze in gleicher Ebene liegen. Nicht selten werden Formen ganz in Messing, nach der beschriebenen Art, ausgeführt; in welchem Falle man natürlich die Arbeit gleich auf der ebenen Fläche der Form anfängt, ohne irgend einen Theil des Holzes herauszuschneiden.

Es sind maschinelle Vorrichtungen zum Schneiden hölzerner Kattun- und Tapeten-Druckformen erfunden worden [1]), über deren Leistungen jedoch wenig bekannt ist. — Formen aus leichtflüssigem Metall werden mittelst hölzerner Matrizen hergestellt, deren Verfertigung hier zu erwähnen ist. Man schlägt mit verschiedenen Punzen die Zeichnung vertieft ins Holz; nimmt von der so vollendeten Platte Abgüsse z. B. in einer Legirung aus gleichen Theilen Blei, Zink und Wismuth, welcher man 5 Procent des Gesammt-

---

1) Polyt. Journ., Bd. 97, S. 416. — Polyt. Centr., VI. (1845), S. 544. — Brevets 1844, T. 22, p. 75.

gewichtes Antimon zugesetzt hat; füllt alle Vertiefungen zwischen dem Reliefmuster auf der Metallplatte mit geschmolzenem Kolophonium, hobelt die Fläche ab (um allen Theilen der Zeichnung gleiches Relief zu geben) und beseitigt das Kolophonium mittelst Terpentinöl. Zum Einprägen der Punzen in das Holz bedient man sich vortheilhaft einer Maschine, welche die gleiche Tiefe aller Eindrücke sichert, und mit gutem Erfolge hat man eine Einrichtung hinzugefügt, die Punzen durch Gasflammen stetig so zu erhitzen, daß sie die Vertiefungen ins Holz (scharf im Backofen getrocknetes Lindenholz) einbrennen[1]).

b) Höhere Holzschneidekunst, Xylographie[2]). — Wegen der größeren Feinheit der Zeichnungen wählt man hier fast immer Buchsbaumholz, welches durch Härte und Dichtheit vorzüglich die Ausarbeitung zarter Striche gestattet. Das Verfahren ist im Allgemeinen mit dem des Formschneidens übereinstimmend; nur werden niemals Theile aus Messing angebracht, und man schneidet auch das Holz weniger tief aus, als in jenem Falle: einerseits weil die Relief-Striche bei ihrer oft großen Feinheit zu leicht beschädigt werden könnten, wenn die Gravirung tief wäre; andererseits weil bei der Art, wie von den Buchdruckern die Farbe (mit einer Walze) aufgetragen wird, eine Beschmutzung des vertieften Grundes nicht zu fürchten ist. Das Holz richtet man so zu, daß die Fasern der Höhe nach laufen, und die Gravirung auf der Hirnfläche ausgeführt wird, wo man mit den Werkzeugen nach allen Richtungen gleich leicht arbeiten und nebst dem Messer und den gewöhnlichen (aber sehr feinen) Formstecher-Eisen auch Grabstichel (S. 686), als ein hier unentbehrliches Hülfsmittel, anwenden kann. Nur bei großen Holzschnittplatten, die man durch Querabschnitte der Buchsbaumstämme nicht erhalten kann, arbeitet man auf der Aderseite; und dann pflegt man die erforderliche Fläche auf die (S. 625) angegebene Weise aus Stäbchen zusammenzusetzen.

Ein eigenthümliches und sehr interessantes Verfahren wird benutzt, um noch durch ein anderes Mittel, als durch die verschiedene Feinheit der Linien, Abstufungen in der Schwärze des Druckes zu erlangen. Wo nämlich eine Schraffirung mit den Enden ihrer Striche in die weißen Stellen sich sanft verlaufen muß, oder in Hintergründen, wo man die Kraft der Striche dämpfen will, arbeitet man die Holzfläche durch Abschaben in geringem Grade vertieft aus, bevor man die Schraffirungen darauf anlegt. Beim Abdrucken wird dann das Papier mit weniger Gewalt gegen diese Theile gepreßt, nimmt weniger Farbe von denselben auf und empfängt mithin einen blasseren Abdruck.

VIII. Korbmacher-Arbeiten[3]).

Das allgemein gebräuchliche Material für den Korbmacher (vannier, *basket-maker*) sind Weidenruthen (Weiden, S. 640, 667); andere Stoffe, wie z. B. spanisches Rohr, Bambusrohr, Fischbein, werden nicht häufig angewendet. Die Ruthen, welche von 0,6 bis zu 2m messen, werden nach Länge und Dicke sortirt. Die stärksten, zu großen und groben Körben, haben gegen 10 oder 12mm im Durchmesser. Die dünnen Spitzen schneidet man ab und verwendet sie zu feiner Arbeit, sodaß jede Ruthe in der Gestalt, wie sie zum Flechten kommt, an ihren beiden Enden nicht zu sehr in der Dicke verschieden ist.

Nur zu den gröbsten Körben werden die Ruthen ungeschält verarbeitet; zu allen übrigen müssen sie von der Rinde befreit werden, was schon im frischen Zustande geschieht, wo dieselbe sehr leicht abgeht. Man bedient sich dazu einer elastischen hölzernen oder

[1]) Polyt. Centr. 1851, S. 226. — Polyt. Journ., Bd. 119, S. 104.

[2]) Thon, Lehrbuch der Kupferstecherkunst, der Kunst in Stahl zu stechen und in Holz zu schneiden, Ilmenau 1831 (54. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke), S. 343. — J. H. Meyer, Journal für Buchdruckerkunst 2c. Braunschweig, Jahrg. 1842, Nr. 8, 9. 12; 1843, Nr. 2, 7; 1844, Nr. 1.

[3]) Technolog. Encyklopädie, VIII. 491. — Werkzeugsammlung, S. 235. — C. Schmied, Die Korb- und Strohflechtkunst, Weimar 1843 (77. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke).

eisernen Zange (Klemme), zwischen deren mit der Hand zusammengedrückten Schenkeln die Ruthen einzeln durchgezogen werden, wobei die Rinde platzt, die sich nachher leicht mit den Fingern ablösen läßt. Die Weiden dürfen nicht feucht aufbewahrt, müssen vielmehr so schnell als möglich an Luft und Sonne getrocknet werden, weil sie sonst der Gefahr unterliegen, zu stocken, wobei sie ihre Zähigkeit und die geschälten auch ihre weiße Farbe einbüßen.

Die feinsten Korbmacher-Arbeiten werden aus gespaltenen und in schmale flache Streifen (Schienen) verwandelten Ruthen verfertigt. Jede Ruthe liefert drei oder vier Schienen. Man verrichtet das Spalten mittelst des Reißers (*cleaver*), eines schlank kegelförmig gedrechselten, 80mm langen Stückes von hartem Holze (Zwetschenbaum, Buchsbaum, Pockholz), welches von der Mitte bis an das obere, dünnere Ende so ausgeschnitten ist, daß es drei oder vier keilförmige, wie Strahlen von einem Mittelpunkte auslaufende Schneiden bildet; dessen unterer Theil aber zum bequemen Anfassen die Gestalt eines kugligen Knopfes hat. Die zu spaltende Ruthe wird am dicken Ende auf 25mm Länge mit dem Schnitzer (S. 685) eingeschnitten, der Reißer in den Schnitt gesteckt und darin bis an das andere Ende fortgeschoben. Jede Schiene hat, sowie sie durch das Spalten entsteht, eine dreiseitige Gestalt, an welcher zwei ebene Flächen bei jener Arbeit erzeugt worden sind, die dritte Fläche aber konvex und ein Theil der ursprünglichen Oberfläche ist. Dort, wo die Spaltflächen an einander stoßen, befindet sich das Mark, welches nebst den benachbarten Holztheilen auf solche Weise entfernt werden muß, daß statt der hier gewesenen stumpfen und rauhen Kante eine glatte breite Fläche tritt. Um diese Veränderung zu bewirken, dient der Hobel, Korbmacher-Hobel (*shave*), dessen Hauptbestandtheil eine scharfe, 90mm lange, 30mm breite Messerklinge ist. Diese liegt nahe über einer ebenen Stahl- oder Glasplatte dergestalt, daß ihre Schneide der Platte etwas näher ist, als der Rücken. Durch eine Schraube kann die Klinge in verschiedene Entfernung von der Platte gebracht werden, wie es die Dicke der zu bearbeitenden Schienen erfordert. Indem man die letzteren einzeln von der Seite der Schneide unter das Messer einschiebt und rasch durchzieht, wird — bei mehrmaliger Wiederholung dieses Verfahrens — die Markseite glatt und eben beschnitten; denn diese ist es, welche obenauf (dem Messer zugewendet) gelegt wird. Der Hobel ist beim Gebrauch auf einem 450 bis 500mm hohen Gestelle (Hobelbank) zwischen zwei Leisten eingeschoben und so festgestellt.

Mit dem Hobel werden die Schienen bis zu einem beliebigen Grade verdünnt; um aber ihre Breite zu vermindern und überall gleich groß zu machen, und zugleich auch die Kanten gerade und glatt zu beschneiden, wird ein anderes Werkzeug gebraucht, nämlich der Schmaler (*upright*), an welchem sich zwei in bestimmter Entfernung von einander aufrecht stehende Messer befinden, zwischen denen eine Schiene nach der andern durchgezogen wird. Es giebt Schmaler, welche nur für eine bestimmte Breite der Schienen eingerichtet sind (und solcher muß der Korbmacher ein Sortiment von etwa 12 Stück besitzen); aber auch solche, die sich, mittelst einer daran vorzunehmenden Stellung, für Schienen jeder Breite gebrauchen lassen. Man zieht die Schienen durch mehrere auf einander folgende Schmaler, und abwechselnd auch wieder durch den Hobel, bis Breite und Dicke das gehörige Maß erlangt haben.

Nicht selten werden die bloß abgeschälten Weiden, sowie die aus denselben zubereiteten Schienen, mit verschiedenen Farben gefärbt. Man bedient sich hierzu der (S. 778—781) angegebenen Flüssigkeiten, in welchen man die Ruthen oder Schienen eine Zeit lang liegen läßt, erforderlichen Falls auch kocht.

Das spanische Rohr (Stuhlrohr) wird zu Flechtwaren nach Art der Weidenruthen gespalten und weiter zu Schienen zugerichtet[1]).

Das Flechten der Körbe (wozu die Weiden durch Einweichen in Wasser erst wieder geschmeidig gemacht werden müssen) ist eine so ganz auf kleinen Handgriffen beruhende Arbeit, daß eine allgemeine Beschreibung davon nicht gegeben werden kann. Der Korbmacher bedient sich dabei der Maschine, welche diesen Namen jedoch durch-

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt 1842, S. 58.

aus nicht verdient. Es ist nämlich ein hölzernes Gestell, das zunächst aus einem schweren scheibenförmigen Fuße und einer mitten von letzterem sich erhebenden, 250mm hohen, zylindrischen Säule besteht. Die Säule ist hohl, und in derselben kann ein dicker runder Stock auf und nieder verschoben, auch herumgedreht und mittelst einer Druckschraube befestigt werden. Oben ist der Stock mit einem knieartigen Gelenke versehen, welches durch eine Klemmschraube unbeweglich gemacht werden kann, nach Lösung dieser Schraube aber gestattet, daß der kurze, oberhalb des Gelenkes liegende Theil des Stockes beliebig in horizontale oder schräge Lage gebracht wird. Das äußerste Ende dieses kurzen Theiles ist mit einem Loche versehen, in welches die Stiele einiger beim Flechten erforderlicher Hülfsgeräthe, nämlich der Klemme und der verschiedenen Stöpsel eingesteckt werden. Die Klemme ist eine Art sehr breiter hölzerner Zange, welche sich an ein Paar Scharnierbändern öffnet und durch eine Schraube mit Flügelmutter geschlossen wird. Man bringt sie auf der Maschine an, um darin flache Deckel, viereckige Böden u. dgl. zu befestigen. Nach Vollendung des Bodens, welcher jedes Mal zuerst verfertigt wird, setzt man einen Stöpsel ein, d. h. eine hölzerne, an einem Stiele befestigte flache Scheibe, auf welcher man den Boden mit ein Paar Nägeln anheftet, um die Seitenwände des Korbes zu flechten. Man hat große und kleine, runde, ovale Stöpsel, nach Verschiedenheit der Körbe in Bezug auf Größe und Gestalt des Bodens. Große Körbe werden ohne Hülfe der Maschine, auf dem Schoße oder auf der Erde verfertigt. Eckige, geschweifte und ähnliche Körbe werden über hölzernen Formen (Klötzen von der Gestalt, welche das Innere des Korbes erhalten soll) geflochten, um die richtige und gehörig symmetrische Gestalt zu bekommen. Bauchige Körbe müssen jedoch ohne Form gemacht werden, weil man letztere nicht aus ihnen herausnehmen könnte, und auch sonst weiß ein geschickter Korbmacher, in Folge seiner Uebung, sehr oft die Formen zu entbehren.

Ein Korb besteht gewöhnlich aus Ruthen oder Schienen, welche vom Boden aus (an welchem sie befestigt sind) aufwärts laufen, und aus solchen, welche quer durch jene, rings herum laufend, eingeflochten sind. Oefters gehen dergleichen auch schief über die Seitenwände; überhaupt unterliegt die Art des Geflechtes mancherlei willkürlichen Abänderungen. Die quer eingeflochtenen Ruthen schlägt man mit dem Klopfeisen (*iron*, *basket-iron*) dicht an einander: einem eisernen oder messingenen Werkzeuge, welches 250 bis 300mm lang, an einem Ende gegen 36mm breit und ziemlich dünn ist, von hier aus schmäler aber dicker wird, und am anderen Ende, wo es angefaßt wird, in einen kugligen Knopf ausgeht. Die Stellen, wo eine Ruthe oder Schiene endigt und eine neue angesetzt werden muß, verbirgt man dadurch, daß man die Enden nach der am wenigsten in die Augen fallenden (innern oder äußern) Oberfläche des Korbes auslaufen läßt, und sie so kurz wie möglich abschneidet.

Die fertigen Körbe werden, sofern sie nicht aus ungeschälten Weiden bestehen, mit reinem Wasser abgewaschen; ganz feine noch überdies geschwefelt, d. h. in einen hölzernen Kasten oder eine kleine, dicht verschlossene Kammer, worin man Schwefel anzündet, gesetzt, um zu bleichen. Solche, welche ganz aus gefärbten Schienen (S. 817) gearbeitet sind, pflegt man wohl zu lackiren, d. h. zunächst mit Leimwasser und nachher mit einem weingeistigen Sandarachfirnisse zu überstreichen; seltener geschieht es, daß man weiße Körbe mit gefärbtem Firnisse überzieht: letzterer wird in solcher Absicht mit Sandelholzspänen oder dergleichen digerirt, oder mit Bleiweiß, Kienruß 2c., versetzt. Bronzirung (S. 790) und Vergoldung mittelst Blattgoldes kommt gelegentlich ebenfalls an den Arbeiten des Korbmachers vor.

IX. Hölzerne Schuhstifte [1]).

Diese zur Anfertigung holzgenagelter Schuhe und Stiefel (nämlich zur Befestigung der Sohlen) dienenden kurzen vierkantigen Stifte werden aus Ahornholz mittelst Maschinen verfertigt. Sie haben an einem Ende eine zweiseitige Zuschärfung, also eine

---

1) Hütte 1862, Taf. 22a bis d. — Zeitschr. d. Ing. 1861, S. 259. — Schweiz. Z. 1862, S. 7. — Polyt. Journ., Bd. 147, S. 12

Art schmaler Schneide, oder eine wirkliche, durch vier Zuschärfungsflächen gebildete, Spitze; sind 12 bis 22^{mm} lang und $1^1/_2$ bis 3^{mm} dick.

Die frischen (grünen) Holzstämme werden auf einer Sägemaschine quer durch zu Scheiben zerschnitten, deren Dicke gleich der Länge der künftigen Stifte ist. Diese trennt man auf einer Spaltmaschine in Streifen von der Dicke der Stifte. Sollen letztere schneidig werden, so zieht man nun jeden Streifen zwischen zwei schräg zu einander gestellten Hobeleisen dermaßen durch, daß die eine Längenkante auf jeder der beiden Seiten eine schräge Zuschärfungsfläche bekommt. Endlich werden, wieder in einer andern Maschine, die Streifen zu einzelnen Stiften zerspalten.

Um spitze Stifte darzustellen, setzt man eine größere Zahl der wie vorstehend zugeschärften Streifen an einander, sodaß sie einen kompakten Körper bilden und die Schärfe nach oben kehren, arbeitet mittelst eines mechanisch bewegten spitzen Hobeleisens dreieckige Furchen unter rechtem Winkel gegen die schneidigen Kanten aus, und zerlegt sie sofort — indem man ein Spaltmesser in diesen Furchen wirken läßt, in einzelne Stifte.

Eine andere Methode zur Fabrikation der spitzen Stifte besteht darin, daß man sogleich auf der einen Hirnfläche der gesägten Scheiben rechtwinklig sich durchkreuzende spitzwinklige Furchen aushobelt, welche diese ganze Fläche in eine Menge kleiner Quadrate mit emporstehenden pyramidalen Spitzen theilen, und dann das Holz auf dem Grunde dieser Furchen — nach einander in beiden Richtungen — durchspaltet.

(Ende des I. Bandes.)

überstrichen (jaunir) und diesen nach dem Trocknen mit Schachtelhalm geglättet hat, ein dickerer, gelb oder roth gefärbter Anstrich, das Poliment (assiette, *gilding size*), welches dem Golde als unmittelbare Unterlage zu dienen bestimmt ist. Man bereitet das rothe Poliment aus 8 Theilen rothem Bolus, 1 Theil Blutstein und 1 Theil Reißblei, welche erst einzeln mit Wasser feingerieben, dann mit ein wenig Baumöl vermengt und wieder gerieben, endlich in dünnem klaren Pergamentleim zerrührt werden. Oesters wird es aus rothem Bolus, Seife, etwas Wachs, Eiweiß und Leimwasser zusammengesetzt; das gelbe Poliment aus Ocher und den eben genannten Stoffen, mit Ausnahme des Bolus. (Durch die Farbe des Polimentes soll nur jene des darüber liegenden Goldes gehoben werden; daher wendet man zur Versilberung ein weißes Poliment, aus weißem Bolus oder feingeschlämmtem Thon, Leimwasser, weißem Wachs, Seife, Wallrath und Schweinfett bestehend, an.) Man trägt das Poliment warm, und in drei oder vier Lagen, mit einer kleinen weichen Bürste auf; reibt es, völlig getrocknet, mit einem neuen, trocknen Leinentuche; legt die Goldblätter vorsichtig (nachdem voraus die Stelle mit kaltem Wasser oder Branntwein befeuchtet ist) auf, und drückt sie mit Haarpinseln von verschiedener Größe an; polirt (brunir, *burnishing*) die Glanzstellen durch Reiben mit dem Blutsteine oder mit einem geschliffenen Achate oder Feuersteine (S. 429), und giebt den Theilen, welche keinen Glanz haben dürfen, die Matte oder Mattung durch leichtes Bestreichen mit schwachem, erwärmtem Leimwasser (matter). An Stellen, die eine besonders hohe Goldfarbe zeigen sollen, erreicht man diesen Zweck durch das Hellen (vermeillonner), nämlich durch zartes und sehr vorsichtiges Bepinseln mit einer rothgelben Flüssigkeit (Helle, vermeil), welche entweder durch Auflösen von Gummigutt und Drachenblut in Weingeist, oder durch Kochen von Orlean, Gummigutt, Drachenblut und Safran mit einer schwachen Pottasche-Auflösung bereitet wird.

Der im Vorstehenden beschriebene Gang der Operationen wird befolgt, wenn man feine und werthvolle Arbeit zu vergolden hat. Bei geringen Gegenständen kürzt man das Verfahren auf mancherlei Weise ab, giebt z. B. weniger Lagen des Grundes, unterläßt theilweise das Repariren desselben, trägt das Poliment schwächer auf, und läßt den vorausgehenden gelben Anstrich ganz weg, giebt keine Helle, bestreicht große glatte Flächen, statt sie zu vergolden, mit in Leimwasser angeriebener gelber Bronze (S. 470) oder bronzirt sie nach der S. 166 gegebenen Anweisung; &c. Wenn zur Kostenersparung statt ganz echten Blattgoldes sogenanntes Zwischgold (S. 790) angewendet wird, muß die Vergoldung durch einen Firniß — z. B. aus 10 Sandarach, 1 Elemi, 1 Mastix, 20 Weingeist von 0,840 sp. Gew. — gegen Anlaufen geschützt werden. — Der Leim-Versilberung ertheilt man oft durch Ueberziehen mit einem Goldfirnisse (S. 478, 791) bis zu hoher Täuschung das Ansehen einer Vergoldung, und die Mehrzahl der sogenannten Goldleisten und Goldrahmen[1]) wird auf diese Weise ohne Gold hergestellt.

---

[1]) Pöpinghausen, die Fabrikation der Goldleisten, Weimar 1872.


89083903492
b89083903492a